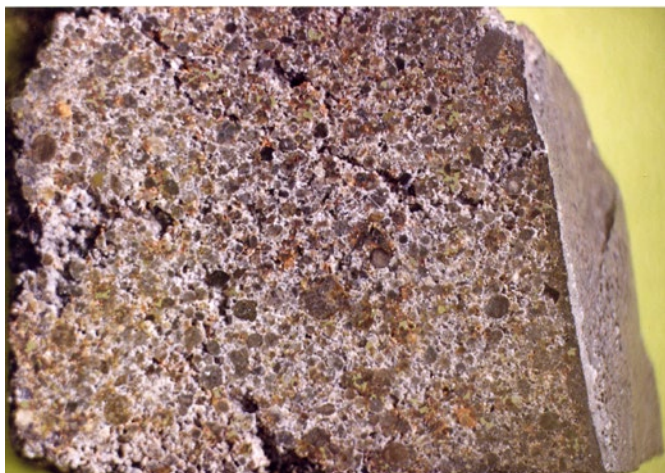


METEORYT

Nr 3 (91) Wrzesień 2014 ISSN 1642-588X

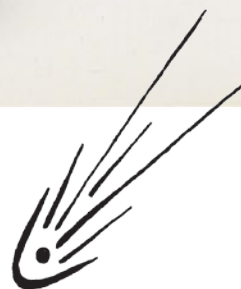


W numerze:

- Naukowe znaczenie pracy w terenie
- Gdzie szukać i dlaczego tam?
- Meteoryty orientowane
- Meteoryt Bala
- Prof. Wasson w Poznaniu



20 lat meteorytu
Baszkówka



METEORYT

kwartalnik
dla miłośników meteorytów
ISSN 1642-588X

Wydawca:

Olsztyńskie Planetarium
i Obserwatorium Astronomiczne
Al. Piłsudskiego 38
10-450 Olsztyn

tel. (89) 533 49 51

opioa@planetarium.olsztyn.pl

konto:

88 1540 1072 2001 5000 3724 0002
BOŚ SA O/Olsztyn

Kwartalnik jest dostępny głównie w prenumeracie. Roczna prenumerata wynosi w 2014 roku 44 zł. Zainteresowanych prosimy o wpłacenie tej kwoty na konto wydawcy nie zapominając o podaniu czytelnego imienia, nazwiska i adresu do wysyłki. Wydawca dysponuje także numerami archiwalnymi.

Większość publikowanych artykułów jest tłumaczona z kwartalnika METEORITE za zgodą jego wydawcy, który zachowuje prawa do tych artykułów.

Redaguje i tłumaczy większość tekstów:

Andrzej S. Pilski

skr. poczt. 6

14-530 Frombork

tel. kom. 696 805 247

aspmet@wp.pl

Redakcja techniczna i skład komputerowy: Jacek Drążkowski

Druk: Drukarnia Jan, Lidzbark W.

Od Redaktora:

Krążące od pewnego czasu pogłoski potwierdziły się: z końcem roku kwartalnik „Meteorite” przestanie być wydawany. Wydawca uzasadnia to malejącą liczbą prenumeratorów, co niewątpliwie jest faktem; wszędzie spada sprzedaż drukowanych czasopism. Ludzie wolą czytać teksty w Internecie, za dostęp do którego i tak płacą, zamiast dodatkowo płacić za tekst wydrukowany na papierze. Liczba prenumeratorów „Meteorytu” również spada, ale zapadła już decyzja, że w przyszłym roku „Meteoryt” będzie nadal się ukazywał. Jest to dość optymistyczne założenie, bo przy braku tekstów z „Meteorite” wydawanie naszego kwartalnika będzie bardzo trudne. Wprawdzie raz już „Meteoryt” taką próbę przeszedł, gdy po zamknięciu „Impact!” przez rok ukazywał się samodzielnie, ale wtedy jego objętość była znacznie mniejsza. Teraz będzie trudniej. Zdecydują czytelnicy i inni miłośnicy meteorytów. Jeśli okaże się, że prenumeratorów nadal jest coraz mniej, a chętnych do pisania artykułów nie ma, to niestety trzeba będzie pójść za przykładem „Meteorite”.

Optylizmem nie napawa także fakt, że wizyta w Poznaniu profesora Johna T. Wassona została przez polskich miłośników meteorytów zignorowana. Oczywiście ludzie mają poważniejsze sprawy na głowie i generalnie brak czasu, ale jeśli miłośnik meteorytów nie znajduje czasu, by przyjechać na spotkanie z tak wybitną osobistością, to wygląda to mniej więcej tak, jakby fan jakiegoś słynnego piosenkarza nie znalazł czasu, by wybrać się na jego występ. Pewną rolę odegrała tu zapewne słaba znajomość angielskiego, ale chyba jednak coraz więcej osób preferuje tańsze i łatwiejsze kontakty online. Wskazuje na to także zmniejszająca się liczba uczestników Pikniku Meteorytowego, gdzie bariery językowej nie ma.

W cieniu zbliżającej się setnej rocznicy znalezienia pierwszego okazu Moraska minęła dwudziesta rocznica spadku chondrytu Baszkówka. Dziś Baszkówka kojarzy się głównie z hasłem „domy na sprzedaż” zarówno na tablicach reklamowych po drodze do Piaseczna, jak i w Internecie. Oryginalny meteoryt jest schowany w magazynie Muzeum Geologicznego Państwowego Instytutu Geologicznego i pokazywany tylko przy wyjątkowych okazjach, a na wystawie w Muzeum można oglądać jego gipsową kopię.

British and Irish Meteorite Society ogłosiło natomiast rozpoczęcie przygotowań do uczczenia 50 rocznicy spadku meteorytu Barwell, który spadł jako deszcz kamieni na gwiazdkę, czyli wieczorem, 24 grudnia 1965 roku. Moment spadku jest dodatkowym powodem, dla którego kolekcjonerzy cenią ten meteoryt, ale jeśli chodzi o obchody rocznicowe, to trudno wyobrazić sobie gorszy moment. Nawet w 50 rocznicę ludzie będą bardziej zainteresowani Wigilią. Ciekawe, jak BIMS poradzi sobie z tym problemem.

Andrzej S. Pilski



Na okładce:

Płytkę meteorytu Baszkówka z kolekcji Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Waga 54,3 g.

Meteoryt Baszkówka sfotografowany na oknie w pracowni dr Stępniewskiego w Państwowym Instytucie Geologicznym wiosną 1995 r



Przybywające i w ręku

Roger Warin i John Kashuba

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE, Vol. 20, No. 2. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2014

Ponieważ Księżyc nie ma chroniącej atmosfery, meteoroidy uderzają w jego powierzchnię z pełną siłą. To, co się dzieje, zależy od ich prędkości i wielkości. Małe cząstki mogą wyparować przy uderzeniu lub stopić i siebie i materię w którą uderzyły, stając się szklawem i cementując pobliską materię. Części większych brył przetrwają, wbijają się głębiej w księżycowy grunt i staną się jego częścią. Próbkę przywiezioną przez astronautów i meteority z Księżyca potwierdzają, że ta powierzchniowa warstwa gruntu, księżycowy regolit, jest i sproszkowana i zagęszczona przez zderzenia.

Na Ziemi meteoroidy muszą zmagać się z atmosferą. Nadlatujące bryły wpadają z prędkością od 11 km/s do 72 km/s zależnie od kilku czynników.

Jednym z czynników jest ziemskie grawitacja. Przyciąga ona obiekty. Najwolniejsza prędkość, z jaką obiekt z kosmosu może przybyć na Ziemię, to 11 km/s, ziemskie „prędkość ucieczki”. Jeśli udamy się w kierunku Księżyca do miejsca, gdzie przyciąganie ziemskie i księżycowe się równoważy, i wyrzucimy stamtąd obiekt ku Ziemi, to taką prędkość będzie miał, gdy osiągnie górne warstwy ziemskiej atmosfery.

Następnie trzeba wziąć pod uwagę ruch orbitalny obiektów. Wszystkie ciała Układu Słonecznego, łącznie z Ziemią, poruszają się. W przeciwnym razie szybko by spadły na pobliską planetoidę, księżyc, planetę albo Słońce. Weźmy pod uwagę sztuczne satelity wytworzone przez ludzi. Przyspieszamy je do tak dużych prędkości, że mogą obiegać Ziemię. To ta ogromna prędkość musi być bezpiecznie zmniejszana, gdy statki kosmiczne wracają na stały ląd, bo inaczej zostaną one zniszczone. Ziemia, resztki komet i materia planetoid krążą wokół Słońca.

Prędkość Ziemi na orbicie wynosi około 30 km/s. Gdybyśmy w jakiś magiczny sposób zawiesili obiekt na jej drodze, to Ziemia zderzyłaby się

z nim z prędkością 30 km/s. Gdyby był czas, pojawiłaby się dodatkowa prędkość spowodowana przyciąganiem grawitacyjnym. Jednak meteoroidy nie są zawieszone; poruszają się one po swoich własnych orbitach. Gdy ich droga przecina drogę Ziemi, prędkość zderzenia zależy od prędkości i kierunku poruszania się obu ciał. Jeśli meteoroid dogania Ziemię od tyłu, prędkość zderzenia będzie niższa niż przy zderzeniu z boku. Zderzenie czołowe daje bardzo dużą prędkość. Zdarza się to, gdy Ziemia napotyka obiekty poruszające się po orbitach ruchem wstecznym.

Takim obiektem jest kometa Halleya. Ziemia przelatuje przez szeroki, orbitujący pociąg jej resztek na początku maja i ponownie pod koniec października. Związane z tym deszcze meteorów to Eta Akwarydy i Orionidy; jedno i drugie dają bardzo szybkie meteory.

Jak dotąd nie znamy w światowych zbiorach żadnego kometarnego meteorytu. Wszystkie te coroczne deszcze meteorów nie dostarczają niczego stałego. Widocznie tylko materia z planetoid i planet przeżywa spotkanie z atmosferą a i to tylko jej ułamek.



Z lewej „autostopowicze”. Fragmenty meteorytu zatopione w grubej, pęcherzykowej skorupie obtopieniowej. Krawędź płytki NWA 2826 LL5. Z prawej przekrój przez orientowany meteoryt o kształcie dysku. Przednia strona o kształcie osłony termicznej jest po prawej, a tylna strona jest z lewej. Skorupa po lewej jest gruba i spieniona. Gao-Guenie H5.



Tuzin orientowanych okazów Gao-Guenie H5. Po lewej są one pokazane przednią stroną do dołu i wszystkie mają zawinięte brzegi. Z prawej są przednią stroną do góry ukazując zarysy zaokrąglonej osłony termicznej.



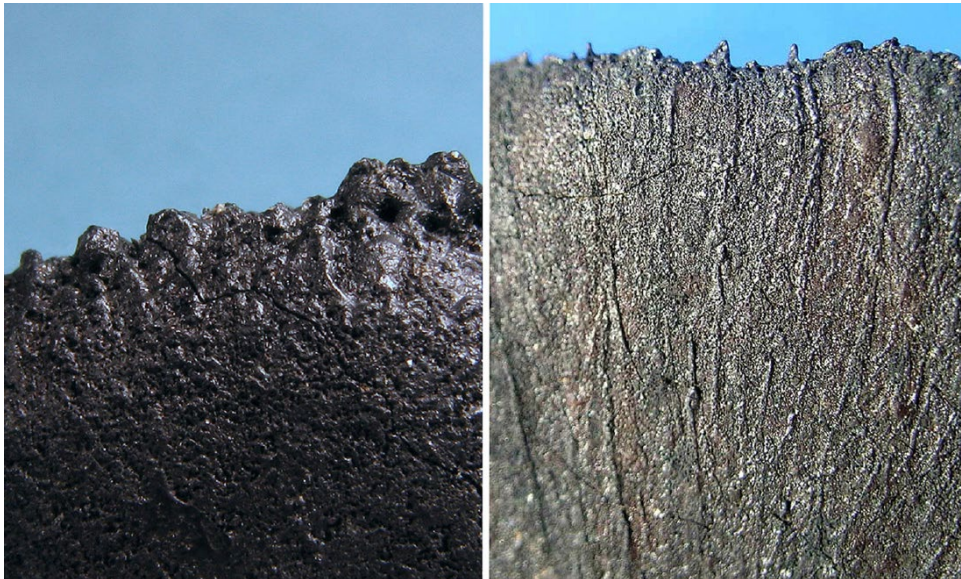
Tylne strony orientowanych okazów niezgrupowanego, plessytowego meteorytu żelaznego „Taza” NWA 859. Większość ma cienkie, ale wyraźne zawinięte brzegi i jest z reguły bardziej nierówna na tylnej stronie niż z przodu.



To nagromadzenie na tylnej stronie utworzyły kolejne fale stopu spływającego od przodu. Okaz eukrytu Millbillillie.



Stożkowy, orientowany meteoryt. Regmaglipty rozchodzą się promieniście od wierzchołka. Są one czasem nazywane odciskami kciuka i sądzi się, że powstają w czasie lotu w wyniku lokalnych wirów. Znalezione w północnej Mauretanii w 2012 r. Nie sklasyfikowany. 1495 gramów. Kolekcja prywatna. Fot. Michael Cox.



Sople skorupy. Jak sople lodu, ale odmienne. Są to kruche, rzadko spotykane i efektowne, zamrożone ślady stopionej skały spływającej z krawędzi orientowanego meteorytu podczas spadania. Z lewej Chelyabinsk LL5. Z prawej Whetstone Mountains H5 dzięki Michaelowi Farmerowi.

Gdy meteoroidy zetkną się z atmosferą przy takich prędkościach, to rzeczy zmieniają się szybko. Zwykle po paru sekundach jest już po wszystkim. Ogromna większość przylatującej materii nigdy nie dociera do ziemi nietknięta. Meteory stają się widoczne między około 120 i 75 km nad Ziemią i zwykle przestają świecić zanim zjedą do wysokości 50 km. Choć na tych wysokościach powietrze jest rozrzedzone, meteor doznaje jednak ogromnej siły i gorąca.

Kinetyczna energia jest przekształcana. Z wyjątkiem bardzo małych obiektów odpowiada za to ciśnienie wytworzone między obiektem a powietrzem. Z przodu meteoru tworzy się wysokotemperaturowa plazma i emituje promieniowanie rentgenowskie, światło i fale radiowe. Energia jest przetwarzana na topienie i odparowywanie kamienia i metalu i tracąca, gdy materia ulega ablacji. Przypomina to pierwsze załogowe statki kosmiczne powracające na Ziemię. Specjalnie zaprojektowano osłony termiczne by rozpraszać energię, najpierw wytworzoną podczas startu, a potem przez hamowanie atmosferyczne i ablację. Późniejsze strategie

wykorzystują materiały, które izolują statek kosmiczny i wypromieniowują wytworzone ciepło.

W ciągu ułamka sekundy od wejścia w atmosferę i powietrze i meteorowa plazma zaczynają spływać od czoła kamienia czy żelaza wraz z odparowaną i stopioną materią meteoroidu. W ciągu kilku sekund większość meteorów zostaje skonsumowana.

Czasem jednak wielkość meteoroidu, jego skład, prędkość i kąt wejścia, pozwalają mu na przeżycie tej próby. Takie meteoroidy zostają wyhamowane do około 4 km/s i rozpoczynają ciemny lot 20 do 15 km nad ziemią. Emisja światła wskutek żarzenia się

i rekombinacji jonów zostaje zakończona. Meteoroid stygnie. Spływający stop krzepnie tworząc skorupę. Kamień zakrzywia trajektorię na bardziej pionową, zwalnia ku prędkości końcowej około 0,1 km/s i spada.

Nagrania video rosyjskiego deszczu meteoroidów Chelyabinsk pokazują, że duży, powolny, spadający pod małym kątem i zrzucający kamienie meteor może rozświetlać niebo przez kilkanaście sekund. Początkowa masa Chelyabinska była około

12000 ton. Minął on perihelium orbity i kierował się z powrotem do głównego pasa planetoid. Zbliżył się do Ziemi od lewej strony i nieco od tyłu, gdy w środkowej Rosji zaczynało świtać. Względna prędkość wynosiła 19 km/s, a kąt wejścia był tylko 17 stopni względem poziomu. Wejście meteoru było akcentowane „detonacjami”. Był to skutek wad struktury kamienia. Siły na przodzie meteoru działały na całą masę i przekroczyły wytrzymałość skały. Rozbiły one meteoroid na coraz mniejsze kawałki. Każdy rozpad odsłaniał więcej powierzchni na ogrzewanie i ablację i z nagłą wyrzucał więcej energii, jako detonację,



Guzik. Trzy widoki podwójnie orientowanego meteorytu żelaznego. Po pewnym czasie orientowanego lotu odwrócił się i wytworzył zawinięte brzegi na tylnej stronie nie niszcząc całkowicie wcześniejszych utworów. Inna teoria uformowania mówi, że ten guzik leciał brzegiem do przodu i wirował wokół osi prostopadłej do płaskich boków, jak wirujący krążek sera Gouda albo latający talerz. Spowodowałoby to ablację na oba płaskie boki jednocześnie. Meteoryt żelazny Sikhote-Alin IIAB.

do otaczającej fali uderzeniowej. Wytworzyły one także niezliczone tysiące fragmentów, które spadały i lądowały jako meteoryty.

Wiele z tych kamieni jest całkowicie pokrytych skorupą, czyli zakrzepłym stopem. Ciekawe, że niektóre są częściowo pokryte normalną skorupą, a częściowo cienką skorupą lub tylko poczernieniem. Te ostatnie pojawiają się na powierzchniach odsłoniętych wskutek rozpadu późno, tak że było zbyt mało czasu i za małą prędkość, by utworzyć skorupę. Powierzchnie te są zwykle bardziej nierówne z ostrzejszymi krawędziami. Nie zostały one wygładzone i zaokrąglone przez ablację.

Chelyabinsk i inne duże deszcze dają nam sporo orientowanych meteorytów. Te szczególne okazy dają świadectwo warunków podczas ich szybkiego przelotu przez atmosferę.

Orientowany meteoryt nie koziołkuje. Podczas lotu ta sama strona jest wciąż zwrócona ku przodowi. Tam właśnie wytwarzana jest najwyższa temperatura i to jest ta strona, która najbardziej ulega ablacji. Przy dosta-

tecznie długim czasie przelotu wytwarza się klasyczny, wypukły kształt osłony termicznej. Tylna strona może w ogóle nie ulegać ablacji. Ciekawe, że wiele orientowanych meteorytów, to po prostu dyski z osłoną termiczną po jednej stronie. Może ten kształt reprezentuje stadium, gdzie skutkiem utraty masy jest mniejszy pęd, wskutek czego kamień bardzo szybko zwalnia i spada — samosortujący mechanizm poprzez hamowanie atmosferyczne. Te płaskie, orientowane kamienie (i czasem żelazo) ukazują na skorupie zakrzepłe spływające strużki. Grzbiety i rowki rozchodzą się promieniście od środka czołowej powierzchni, ukazując kierunek, w którym plazma, para i stopiona skała dążyły ku brzegowi i poza brzeg. Czasem w niektórych kamieniach zachowany jest stop spływający poza krawędź w postaci spiczastych kropli. Znacznie częściej okazy mają zawinięte brzegi na krawędziach tylnej strony meteorytu. Gdy stop spływał poza krawędź, jego część była ściągana na tylną powierzchnię przez panujące tam niższe ciśnienie.

Czasem bryzgi, a nawet kawałki skały przyklejają się tam. Stopiona, napływająca masa czasem wrze przy niskim ciśnieniu i przy hamowaniu i stygnięciu krzepnie jako piana.

Dziś możemy skorzystać z internetu i zobaczyć nagrania, jak meteory spadają i rozpadają się. Możemy nawet słyszeć i widzieć skutki fali uderzeniowej Chelyabinska. Po jeszcze kilku kliknięciach myszą możemy mieć w ręku orientowany okaz kamienia z kosmosu.



Dr Roger Warin jest emerytowanym chemikiem. John Kashuba jest emerytowanym inżynierem budownictwa.



Cegiełki

Alan Rubin

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE, Vol. 20, No. 2. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2014

Gdy głos Boga dobiegł z wicheru pytając Hioba „Gdzieś był, gdy zakładałem Ziemię?”, znekany mąż z Uz mógłby powiedzieć, że rozmyślał o chondrytach – cegiełkach do budowy planet.

Całe 99,9% atomów w Słońcu to wodór i hel, ale pozostałe 0,1% tworzy niemal takie same proporcje, jak te w chondrytach zwyczajnych CI. Na przykład stosunki Tm/Si, Co/Si, Na/Si i Cr/Si w słonecznej fotosferze są niemal identyczne jak te w chondrytach CI. Wskazuje to, że Słońce i chondryty CI zbudowane są z tego samego materiału – materii chondrytowej. W najwcześniejszych fazach rozwoju Układu Słonecznego materia chondrytowa łączyła się tworząc Słońce, planety, księżyce, planetoidy i komety.

W porównaniu z chondrytami Słońce jest ogromnie wzbogacone w H i He po prostu dlatego, że zrobiło się

tak masywne, że było w stanie utrzymać gaz z mgławicy. Planety ziemskie i planetoidy są znacznie mniej masywne niż Słońce, więc utraciły większość H i He. Gdyby nie utraciły, same stałyby się gwiazdami.

Nie wszystkie pierwiastki występują w takiej samej obfitości w chondrytach CI i w Słońcu: na przykład Li jest 140 razy mniej w fotosferze niż w materii chondrytowej. Badania innych układów gwiazdnych ujawniły, że te bez planet zwykle mają znacznie więcej Li niż te z planetami. Sugeruje to, że gwiazdy z planetami mogą mieć głębsze strefy konwektywne, co pozwala Li docierać głębiej do wnętrza gwiazdy i spalać się. Tak czy owak początkowa obfitość Li jest lepiej odzwierciedlona w chondrytach CI. W przeciwieństwie do tego N, C i O jest mniej w chondrytach CI; jest tak, ponieważ znaczne ilości tych pier-

wiastków występują w cząsteczkach pozostających w stanie gazowym (np. N₂, CO, H₂O) i nigdy nie zostały wcielone do stałej materii.

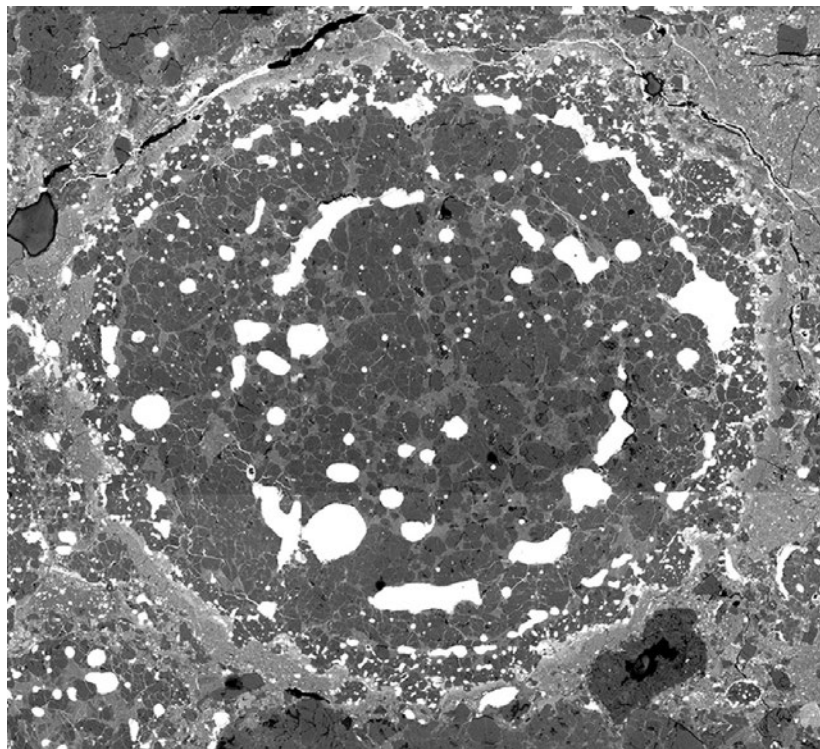
Słońce może mieć niemal taki sam skład chemiczny jak chondryty CI (oczywiście z wyjątkiem H i He), ale co z innymi typami chondrytów? Ich skład różni się nieco od CI. By to zilustrować, wygodnie jest pogrupować pierwiastki ze względu na ich powinowactwo geochemiczne. Pierwiastki wysokotemperaturowe kondensują ze stygnącego gazu o składzie słonecznym w wysokich temperaturach (>1335K przy 10⁻⁴ atmosfery); można je podzielić na litofilne (np. Ca, Al, Ti, pierwiastki ziem rzadkich), które mają skłonność do łączenia się z tlenem i wchodzenia w skład krzemianów, oraz syderofilne (np. Os, Ir, Pt, Rh, W), które mają skłonność do pozostawiania jako metale. Pierwiastki lotne konden-

sują z gazu w znacznie niższych temperaturach ($<665\text{K}$), a umiarkowanie lotne pierwiastki kondensują między tymi skrajnymi temperaturami. Do umiarkowanie lotnych pierwiastków litofilnych należą Na i K, umiarkowanie lotne pierwiastki syderofilne to m. in. Au, Ag i Ge.

Obfitość wysokotemperaturowych pierwiastków litofilnych jest najwyższa w chondrytach CV ($1,4 \times \text{CI}$) i najniższa w EH ($0,6 \times \text{CI}$). Jest to dobry wskaźnik, jak zmienia się skład chemiczny chondrytowych planetoid. Chociaż różne grupy chondrytów mają różne zawartości wysokotemperaturowych pierwiastków litofilnych, to niewiele różnią się stosunkami tych pierwiastków; na przykład obfitości Al, Ca i Ti w każdej grupie są mniej więcej takie same. Widać wyraźnie, że pierwiastki o podobnym powinowactwie geochemicznym były dodawane lub odejmowane jako zestaw. Mówi się, że te pierwiastki mają „płaskie” lub „niefrakcjonowane” wykresy.

Chociaż w porównaniu z chondrytami Ziemia jako całość jest zubożona w pierwiastki lotne i mogła formować się bezpośrednio poprzez akrecję zdyferencjowanych planetozymali, to wysokotemperaturowe pierwiastki w Ziemi są zasadniczo niefrakcjonowane. Wskazuje to, że Ziemia ostatecznie pochodzi z materii chondrytowej. Jest to przypuszczalnie ta sama podstawowa różnorodność chondrytowych planetozymali, która tworzyła inne planety ziemskie. Przed akrecją, która doprowadziła do utworzenia planet, wiele z tych planetozymali uległo stopieniu i dyferencjacji.

Pierwiastki lotne w grupach chondrytów nie zachowują się w taki sam sposób, jak pierwiastki wysokotemperaturowe. Ogólnie im bardziej lotny jest pierwiastek, tym jest go mniej w porównaniu z chondrytami CI. Sugeruje to, że te inne grupy chondrytów podlegały pewnym procesom wysokotemperaturowym; te procesy mogły obejmować formowanie się chondr. Jest to zgodne z brakiem chondr w chondrytach CI, grupie o najwyższej zawartości pierwiastków lotnych. Z danych literaturowych widać, że analizowane zestawy chondr w różnych grupach chondrytów mają niskie stosunki Na/Al znormalizowane względem CI i Mg (tj. $<0,85 \times \text{CI}$); takie niskie stosunki występują w $>50\%$



Oxulona chondra zespolona z magmową obwódką z chondrytu CR2 LAP 02342.

chondr chondrytu LL3 Semarkona, 100% chondr Allende CV3, 100% chondr Ornans CO3 i 86% chondr niezgrupowanego chondrytu węglowego typu 3.0-3.1 LEW 85332. Jest to zgodne z rozpowszechnioną wolatilizacją pierwiastków alkalicznych podczas ogrzewania chondr. Jedynymi z wysokimi stosunkami zawartości Na/Al, K/Al i Na/Mn są największe chondry w LEW 85332, co wskazuje na mniejsze parowanie lotnych pierwiastków z częściowo stopionych obiektów przy mniejszym stosunku powierzchni do objętości.

Być może najważniejszym frakcjonowaniem zaobserwowanym w chondrytach jest frakcjonowanie metal-krzemiany, tj. oddzielanie pierwiastków syderofilnych od litofilnych. Można to zobaczyć w chondrytach zwyczajnych: średni, znormalizowany względem CI stosunek Ni/Mg waha się od 1,04 w H, do 0,75 w L i 0,61 w LL. Proponowano szereg różnych mechanizmów tłumaczących to frakcjonowanie: (a) mechaniczne oddzielanie metalu i krzemianów podczas zderzenia z powodu różnic stopnia kruchości tych materiałów, (b) oddzielanie ferromagnetycznych ziaren metalu przez słabe pola magnetyczne w mgławicy, (c) różnice między grupami chondrytów pod względem utraty wcześniejszych kondensatów metalu bogatych w pierwiastki wysokotem-

peraturowe i (d) różnice w tempie opadania ku płaszczyźnie mgławicy między cząstkami bogatymi w metal i w krzemiany przed złączeniem się ich w ciało macierzyste.

Inną możliwością jest, że frakcjonowanie metal-krzemiany pojawiło się głównie jako wynik utraty metalu z chondr podczas epizodów topienia i ponownego przetapiania. Całkowicie stopione chondry (np. promieniste pikrosenowe, skrytokrystaliczne i belkowe oliwinowe) na ogół mają mało metalicznego Fe-Ni. Chondry porfirowe także zwykle są zubożone w metal; ich stosunki metal/krzemiany są znacznie niższe niż w całej masie chondrytów. Wiele porfirowych chondr w chondrytach CR ma powierzchnie udekorowane perełkami i grudkami metalu. Jest prawdopodobne, że te ziarna migrowały na powierzchnię chondry podczas epizodów topnienia. Otulone (jedna w drugiej) chondry zespolone w chondrytach CR zwykle mają perełki metalu między główną chondrą a otulającą, krzemianową, sferyczną powłoką i na zewnętrznej powierzchni samej sferycznej powłoki.

Kosmochemiczna wersja Psalmu 19:1 mogłaby mówić: niebios odzwierciedlają historię chondrytów; planetoidy i planety ukazują ich dzieło.

Wstępna meteorytowa praca w terenie

Część 2: Gdzie szukać i dlaczego tam?

Steve Arnold i Robert Beauford

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE, Vol. 20, No. 2. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2014

Wszyscy słyszeliśmy lub czytaliśmy opowieści o meteorytach spadających ludziom na podwórka, o rolnikach natrafiających na nie na polach, o kamieniach, które leżały koło domu przez pokolenia zanim je rozpoznano i o innych, zdumiewających przypadkach odnalezienia meteorytów. Choć są to interesujące opowieści, dotyczą one przypadkowych zbiegów okoliczności i informacji, które przytrafiają się mniej niż jednej osobie na milion i najprawdopodobniej przytrafiają się tym osobom tylko raz w życiu. To nie jest to, czym zajmują się poszukiwacze meteorytów. Poszukiwacz meteorytów celowo wyrusza na ich poszukiwanie z zamiarem odnalezienia ich z takim powodzeniem, które usprawiedliwiłoby poświęcenie na to czasu i pieniędzy. Meteoryty są rzadkością, więc oznacza to podjęcie wyzwania i znajdowanie meteorytów znacznie powyżej normalnego stopnia prawdopodobieństwa. Kluczem do tego, i jedynym sposobem, by tego dokonać, jest wiedza.

Pięć reguł udanych poszukiwań

W pierwszej części artykułu (w poprzednim numerze) zrobiliśmy przegląd podstawowych zasad szukania meteorytów. Wspominaliśmy także, że poszukiwacze odnoszą sukcesy tylko wtedy, gdy korzystają z jednego z 5 mechanizmów zapewniających skoncentrowanie meteorytów na danym terenie w takim stopniu, że poszukiwacz

zyskuje rozsądne szanse znalezienia ich w wyniku wytrwałych poszukiwań. Są to 1) szukanie w miejscach historycznych spadków, gdzie meteoryty zostały rozrzucone na dobrze określonym obszarze; 2) szukanie na obszarach rozrzutu nieodnotowanych historycznych spadków, po których pozostały skupiska meteorytów na dobrze określonych obszarach, które przypadkowo później odkryto; 3) przeszukiwanie obszarów, gdzie meteoryty gromadziły się przez długi czas nie ulegając zniszczeniu; 4) szukanie na powierzchniach, na których meteoryty zostały skoncentrowane przez deflację, to znaczy usuwanie gleby i piasku przez wiatr w regionie klimatycznym, który meteorytów nie niszczy; 5) zainspirowanie niewielkich wysiłków przez dużą liczbę osób w regionie, w którym czynniki kulturowe, ekonomiczne czy edukacyjne mogą pobudzić publiczną aktywność.

Meteoryty spadają w dość jednostajnym tempie, gdy uśrednić po długim czasie i dużej przestrzeni, ale są także niszczone przez terrestrializację w dość stabilnym tempie. Szybko rdzewieją i rozpadają się stając się nieodróżnialnymi od zwykłej ziemi. Równowaga między tempem nagromadzania meteorytów w danym regionie i tempem niszczenia meteorytów poprzez rdzewienie daje nam ogólną, oczekiwaną akumulację na powierzchni. W wielu regionach, takich jak wilgotne, porośnięte lasami stany Luizjana czy Arkansas, meteoryty nie mogą się nagromadzać. Spadają one i pozostają na powierzchni przez pewien czas, ale ulegają zwiertzeniu dużo wcześniej niż spadnie w pobliżu inny meteoryt. Ponieważ spadki meteorytów są rzadkością, oznacza to małe prawdopodobieństwo, że wybrany określony obszar o powierzchni 1 ki-



Edukowanie i upoważnianie dużej liczby innych osób do pomocy tobie w poszukiwaniach meteorytów może dać wspaniałe wyniki. Znaczna liczba osób w okolicy wsi Agoudal w Maroku, widocznej tu w oddali, stała się poszukiwaczami meteorytów poprzez uczenie się od siebie wzajemnie i pod wpływem zachęt finansowych. Wynikiem było szybkie odkrycie i eksploatacja wydajnego obszaru rozrzutu.



Liczba meteorytów na powierzchni zależy w znacznym stopniu od tego, jak szybko one rdzewieją w porównaniu z tym, jak często spadają. Meteoryty mają większe szanse przetrwania na jałowych powierzchniach, a więc występują tam w większych ilościach. Tu widzimy Jane MacArthur podczas poszukiwań na niemal idealnie jałowej powierzchni w Maroku.

lometra kwadratowego w tego rodzaju wilgotnym, porośniętym lasem czy użytkowanym rolniczo miejscu dostarczą jakiegokolwiek meteoryt bez względu na to, z jakim zapalem szukamy. Tempo akumulacji jest zbyt niskie, by umożliwić udane poszukiwania. Tempa akumulacji zmieniają się jednak na dwa sposoby. Po pierwsze są jałowe regiony, gdzie meteoryty są niszczone wolniej, a po drugie są regiony, gdzie duże deszcze meteorytów wytworzyły tymczasową koncentrację młodych meteorytów znacznie przekraczającą przeciętną. Z 5 sytuacji, z których korzystają poszukiwacze meteorytów, dwie są pierwszego rodzaju, to znaczy spowolniona destrukcja, a dwie drugiego rodzaju, czyli przyspieszona akumulacja. Piątą metodę można podsumować jako powolną, mało wydajną pracę wielkiej liczby osób.

Reguły 1 i 2 – idź tam, gdzie jest dobra wydajność

Meteoryty mają skłonność do rozpadania się w atmosferze i pozostawiania na ziemi nagromadzeń fragmentów. Nie wszystkie spadki wytwarzają obszary rozrzutu meteorytów, ale wiele to robi. Gdy znajdziemy je-

den meteoryt, pojawia się znacznie większa szansa, że w pobliżu będzie inny. Teren, na którym rozrzucone są w postaci meteorytów fragmenty rozkruszonego meteoroidu, nazywamy obszarem rozrzutu. Na obszarze rozrzutu może być od kilku okazów do dziesiątek tysięcy meteorytowych fragmentów jednego, rozkruszonego meteoroidu. Obszary rozrzutu można odkryć zaraz po obserwowanym spadku, albo można je odnaleźć przypadkiem.

„Spadek” i „znalezisko” to fachowe określenia ze świata meteorytów. Dla poszukiwacza spadek, to meteoryt związany z historycznym zdarzeniem obserwowanym przez świadków. Znalezisko, to meteoryt znaleziony na powierzchni Ziemi, na temat którego nie znamy żadnego historycznego błysku, huku czy uderzenia. Obszary rozrzutu odnalezione w miejscach, w których nie odnotowano żadnych historycznych spadków, mogą być tak samo wydajne, jak obserwowane spadki, które zademonstrowały zrzucanie kamieni. Niedawne i historyczne, obserwowane spadki mogły nastąpić



Bardzo trudno jest przeszukać obszar rozrzutu do całkowitego wyczerpania. Poszukiwania na obszarach rozrzutu starych spadków i znalezisk mogą nie być tak ekscytujące, jak wyprawa po najnowszy spadek, o którym donosiły wieczorne wiadomości, ale jest to jedna z najbardziej owocnych strategii, które może zastosować poszukiwacz. Brenham był najpierw szukany przez rdzennych Amerykanów ponad tysiąc lat temu. Potem intensywne poszukiwania prowadziła Eliza Kimberly około roku 1880, Harvey Nininger około roku 1930, Stoc-kwell około roku 1940 i wielu innych później. Niemniej Geoff Notkin i Steve Arnold znaleźli ważącą 1430 funtów bryłę w roku 2005 oraz kamienie 273 i 230 funtów w roku 2008.

od kilku miesięcy do setek lat temu, a „znalezione” obszary rozrzutu mogą mieć wiek do dziesiątek tysięcy lat.

Bardzo trudno jest odnaleźć wszystkie meteoryty na danym obszarze rozrzutu. Przez długie lata po rozpoczęciu intensywnych poszukiwań wiele obszarów rozrzutu pozostaje wydajnych. Przeszukiwanie starych terenów spadków i znalezisk może nie być tak emocjonujące, jak wyprawa po najnowszych doniesieniach mediów o deszczu meteorytów, ale jest to jedna ze strategii najbardziej prowadzących do sukcesu, jaką może zastosować poszukiwacz. Żadne środowisko nie daje większej szansy na znalezienie meteorytu niż znany obszar rozrzutu (obojętne czy związany z obserwowanym spadkiem czy nie) i żadna metoda poszukiwań nie prowadzi lepiej do sukcesu niż zdyscyplinowane przeszukiwanie jednego, znanego obszaru rozrzutu, na którym znajdowano już meteoryty.

Doświadczenie naprawdę pomaga. Każdy obszar rozrzutu ma swoje

specyficzne utrudnienia: topografia, pogoda, dostępność wyposażenia i tak dalej. Uczenie się, jak pracować na znanym terenie i potem przeszukiwanie go w sposób powtarzalny i metodycznie, pozwala oszczędzić czas na przygotowania i pozwala na nabycie specyficznej wiedzy i doświadczenia. Takie podejście pozwala także kolekcjonerowi na nawiązanie użytecznych znajomości z właścicielami ziemi. Jeśli zdobyta wiedza jest porządkowana i przekazywana naukowcom, to poszukiwacze mogą wносить rzeczywisty i znaczący wkład do nauki. Nie jest to wprawdzie najbardziej fascynujący rodzaj podejścia do poszukiwań meteorytów i może nie zaspokajać awanturniczego pragnienia przygód motywującego niektórych poszukiwaczy, ale daje czasem głęboką satysfakcję.

Inną ważną rzeczą, o której warto pamiętać, jest to, że wiele historycznych znalezisk pojedynczych meteorytów jest w rzeczywistości wierzchołkami gór lodowych obszarów rozrzutu, które jeszcze nie zostały odkryte. Jeszcze do niedawna wykrywacze metali nie były tak powszechnie dostępne. Poszukiwacze wyposażeni w nowoczesny sprzęt mają wciąż duże szanse na odnalezienie nie odkrytych wcześniej obszarów rozrzutu tam, gdzie były historyczne znaleziska pojedynczych meteorytów. Oznacza to, że może opłacać się odnaleźć hi-



Na obszarze rozrzutu jest koncentracja meteorytów rozsianych tam w wyniku fragmentacji meteoroidu podczas przechodzenia przez atmosferę. Może ich tam być od kilkudziesięciu do tysięcy okazów. Podobnie jak suche regiony po deflacji, obszary rozrzutu oferują poszukiwaczom znacznie zwiększone prawdopodobieństwo sukcesu. Rob Wesel jest tu widoczny z kamieniem, który znalazł na obszarze rozrzutu Chelyabinsk. Fot. Udostępnił Robert Wesel.

storyczne znaleziska i spadki w swojej okolicy i przeszukać otaczający teren w promieniu setek metrów. Nigdy nie wiadomo, co można jeszcze znaleźć.

Reguła 3 i 4 – pozwolić wykonać przyrodzie najcięższą pracę

Im bardziej suchy jest region, tym mniej będzie on szkodził meteorytom na powierzchni ziemi i tym więcej meteorytów zgromadzi się tam z upływem czasu. W skrajnie jałowych regionach, gdzie susza panuje od

dawna, meteoryty mogą występować setki i tysiące razy częściej niż w wilgotnych okolicach, gdzie meteoryty rozpadają się lub zostają przykryte ziemią i materią organiczną dużo wcześniej zanim spadną następne.

Wilgoć nie jest jedyną zmienną powierzchniową. Większa część zewnętrznej powierzchni Ziemi z upływem czasu albo zyskuje, albo traci osady. Na powierzchniach, gdzie osady się gromadzą, meteoryty są szybko przykrywane i pod powierzchnią mogą być narażone na działanie bardziej wilgotnego i bardziej agresywnego chemicznie środowiska. W regionach, które tracą osady z powodu stopniowej erozji pod działaniem wody czy wiatru, przysypane wcześniej kamienie czy inne obiekty mogą zostać odsłonięte i skoncentrowane na powierzchni. Ten proces, który jest dość powszechnie napędzany przez wiatr w suchych regionach pustynnych, jest nazywany deflacją. Większe cząstki, takie jak żwir, kamienie i meteoryty, są pozostawiane w coraz bardziej skoncentrowanym pustynnym bruku. Poprzez deflację kamienne składniki kilkunastometrowej warstwy piasku i gleby, reprezentujące setki czy tysiące lat akumulacji w różnych warunkach klimatycznych, mogą zostać skoncentrowane na powierzchni gruntu.

Trudno znaleźć coś lepszego do szukania meteorytów niż powierzchnie po deflacji w skrajnie jałowych



W regionach, gdzie wiatr powoli usuwa glebę i osady, kamyki i meteoryty nagromadzone przez długi czas, mogą być odsłonięte i pozostawione na powierzchni. Ten proces nazywamy deflacją i może on przyczyniać się do wytworzenia wyjątkowych środowisk dla poszukiwań. Te szczyty łańcucha górskiego koło Agoudal w Maroku są dobrym przykładem jałowej powierzchni pustyni po deflacji.



Wilgotne regiony zmniejszają prawdopodobieństwo sukcesu w poszukiwaniach meteorytów. Trudniej jest zauważyć kamienie wśród roślin, a szybkie przykrycie ich przez liście, śmieci i wilgotną glebę przyczynia się do szybkiego rdzewienia i chemicznego rozpadu.

regionach. Nie szkodzi też, że takie powierzchnie są z reguły pozbawione roślinności, co sprawia, że dość łatwo meteoryty zauważyć.

Piąta reguła – zaangażuj innych

Ostatnia zasada skutecznych poszukiwań jest prosta: postaraj się o pomoc. Zwielokrotnienie swych działań przez zaangażowanie do poszukiwań meteorytów wielkiej liczby osób można uzyskać przez edukację i popularyzację, oferowanie zachęt pieniężnych czy przez celowe organizowanie działań grupy. Niewielkie działania dużej liczby osób mogą szybko i łatwo przynieść lepsze wyniki niż starania jednego zawziętego poszukiwacza nawet przez całe życie.

Tego rodzaju wyniki można osiągnąć na niewielkich obszarach przez takie działania jak wywieszanie ulotek i umieszczanie w gazetach ogłoszeń i artykułów czy przez edukacyjne prelekcje. Działania te mogą przynosić rezultaty przez szereg lat po ich wykonaniu. Harvey Nininger, przez regionalną kampanię edukacji i popularyzacji, uzyskał nagromadzenie znalezisk w centralnych stanach USA, które po wielu dziesięcioleciach wciąż wyróżnia się na tle typowej gęstości

znalezisk. Zachęty finansowe i celowa rekrutacja i ćwiczenie także mogą dać znaczące rezultaty. Możliwość zarobku dla poszukiwaczy meteorytów, chociaż niewielka średnio na uczestnika, wciągnęła w poszukiwania meteorytów dużą liczbę coraz bardziej doświadczonych i profesjonalnych Marokańczyków do tego stopnia, że ten kraj stał się jednym z najlepszych źródeł meteorytów na świecie, a celowa rekrutacja i ćwiczenie zespołów poszukiwaczy w prowadzeniu profesjonalnych poszukiwań na Antarktydzie uczyniły części tego dalekiego i niedostępnego

kontynentu najbardziej wydajnymi źródłami meteorytów w historii.

Każdy organizator publicznych działań powinien zawsze brać pod uwagę prawa własności terenu i precyzować, kto będzie właścicielem znalezionych meteorytów.

Podsumowując

Przyjrzelśmy się pięciu regułom, które zawsze przyczyniają się do udanych poszukiwań meteorytów. Były to: wybieranie jałowych powierzchni po deflacji, które gromadzą i odsłaniają meteority, szukanie na znanych obszarach rozrzutu ujawnionych przez wcześniejsze spadki czy znaleziska meteorytów, i sięganie po pomoc innych. W najbardziej udanych poszukiwaniach meteorytów w grę wchodzi więcej niż jeden z tych czynników. Na Antarktydzie na przykład organizatorzy zbierają grupę ludzi, którzy pracują jako zespół na jednej z najlepszych na świecie powierzchni po deflacji, o dużym nagromadzeniu meteorytów i całkowicie jałowej. W Maroku duża liczba wyuczonych i wydajnych amatorów i zawodowych poszukiwaczy meteorytów poświęca znaczne liczby godzin na poszukiwania na jałowych powierzchniach, czasem po deflacji, a czasami na lokalnych obszarach

rozrzutu. Nieważne w jakim regionie szukasz; zawsze możesz wykorzystać tajniki sukcesów tych grup do osiągnięcia własnych celów.

W tej części próbowaliśmy pokazać najważniejsze czynniki, które ograniczają lub tworzą warunki do udanych poszukiwań. Następnym razem, w części 3, przyjrzymy się szczególnie rodzajowi poszukiwań pod tytułem „Polowanie na obserwowane spadki i bolidy”. „Łowienie bolidów” jest skrajnością, gdy chodzi o ryzyko i szanse dla poszukiwaczy meteorytów, i nie jest dla każdego. Te okresowe zdarzenia pojawiają się w mediach i na listach dyskusyjnych jako opowieści o meteorytowych gorączkach i udanych lub nieudanych poszukiwaniach. Większość kończy się niepowodzeniem, ale rzadkie sukcesy mogą być efektowne.



Steve Arnold jest poszukiwaczem meteorytów i dealerem mieszkającym w Eureka Springs, w Arkansas. Jest najbardziej znany jako współgospodarz telewizyjnego serialu „Meteorite Men”. Jest także redaktorem pomocniczym kwartalnika „Meteorite”.



Robert Beauford jest jubilerem mającym sklep w Eureka Springs, w Arkansas, i badaczem w Arkansas Center for Space and Planetary Science, University of Arkansas. Jest także współredaktorem kwartalnika „Meteorite”.



20 lat Baszkówki

— niewykorzystana szansa

Andrzej S. Pilski

Kamień, który spadł z nieba 25 sierpnia 1994 r., zbiegiem różnych okoliczności ponad pół roku czekał na zainteresowanie badaczy. Gdy się wreszcie doczekał, okazało się, że pechowo zbiegły się w nim dwie wyjątkowe cechy, które wzajemnie sobie przeszkadzały. Unikalny, przepięknie rzeźbiony kształt nakazywał zachować okaz w całości, a odlupany przy uderzeniu w ziemię mały fragment pokazywał niespotykaną budowę tego chondrytu. By ją zanalizować, konieczne było przecięcie okazu. Udało się znaleźć kompromisowe rozwiązanie, czyli odciąć wybrzuszenie na tylnej stronie orientowanego meteorytu, którego brak niewiele psuł wygląd całości. Przedtem zrobiono gipsową kopię, niestety nie tak ładną i trwałą, jak późniejsze kopie dużych okazów Moraska.

Kompleksowe badania tego meteorytu zorganizował w Państwowym Instytucie Geologicznym dr Marian Stępniewski starając się zebrać najlepszych badaczy w Polsce i nie tylko. Wyniki ich prac zostały opublikowane w specjalnym numerze Geological Quarterly poświęconym w całości temu meteorytowi (Vol 45, No 3 (2001)). Rozwiązanie takie miało tę wadę, że niewielu badaczy meteorytów zwraca uwagę na ten kwartalnik. Dlatego zaproponowałem Tadeuszowi Przylibskiemu, wówczas doktorowi rozpoczynającemu swą przygodę z meteorytami, przygotowanie artykułu do Meteoritics and Planetary Science, gdzie artykuły polskich autorów pojawiały się niezwykle rzadko, zwłaszcza gdy chodzi o autorów pracujących w Polsce.

Celem przygotowywanej pracy było położenie większego nacisku na fakt, że budowa Baszkówki, i podobnego do niej chondrytu Mount Tazewait, który spadł niemal dokładnie trzy lata wcześniej, 21 sierpnia, w Nigrze, sugeruje, że chondryty te nie formo-

wały się w mgławicy słonecznej, jak wówczas powszechnie uważano, lecz prawdopodobnie w wyniku zderzenia stopionych planetoid. Możliwość takiego powstawania chondrytów rozważali wówczas tylko bardzo nieliczni autorzy w Europie, ostro krytykowani przez przeważającą większość badaczy.

Jednym z recenzentów naszego artykułu był dobrze znany czytelnikom „Meteorytu” dr Alan Rubin, który od razu wytknął, że podważamy dobrze ugruntowany pogląd na powstawanie chondrytów. Ostatecznie jednak redakcja nie sprzeciwiła się naszemu twierdzeniu, że jest możliwe, iż część chondrytów formowała się w inny sposób i artykuł się ukazał (Vol. 38, No 6 (2003)).

Mieliśmy nadzieję, że zainteresuje się nim przynajmniej dr Ian Sanders, na którego koncepcję tworzenia się chondr w wyniku zderzeń stopionych planetozymali powoływaaliśmy się w artykule. Nie pomyśleliśmy, że w nauce też potrzebne są działania promocyjne. Artykuł przeszedł bez echa, a my, zajęci Zakładem, straciliśmy Baszkówkę z oczu.

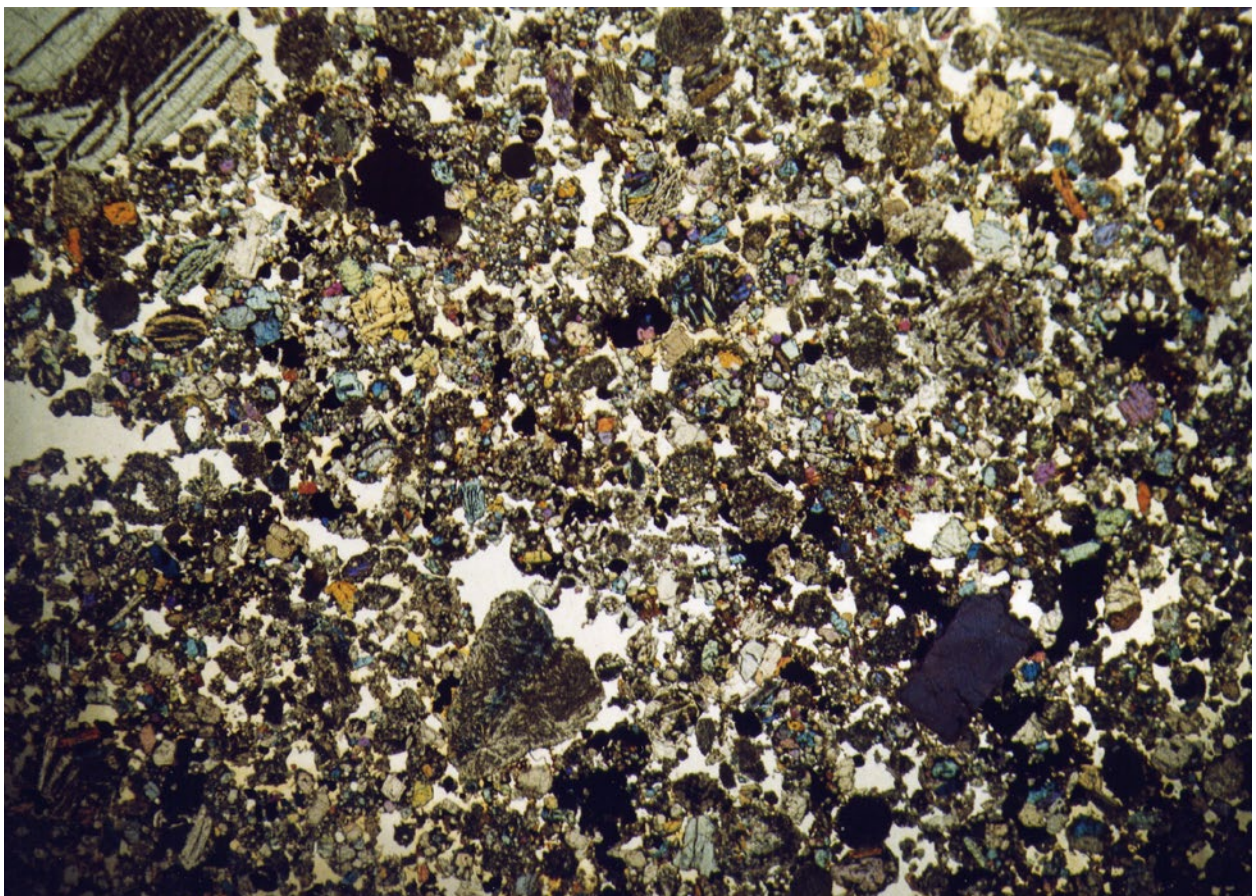
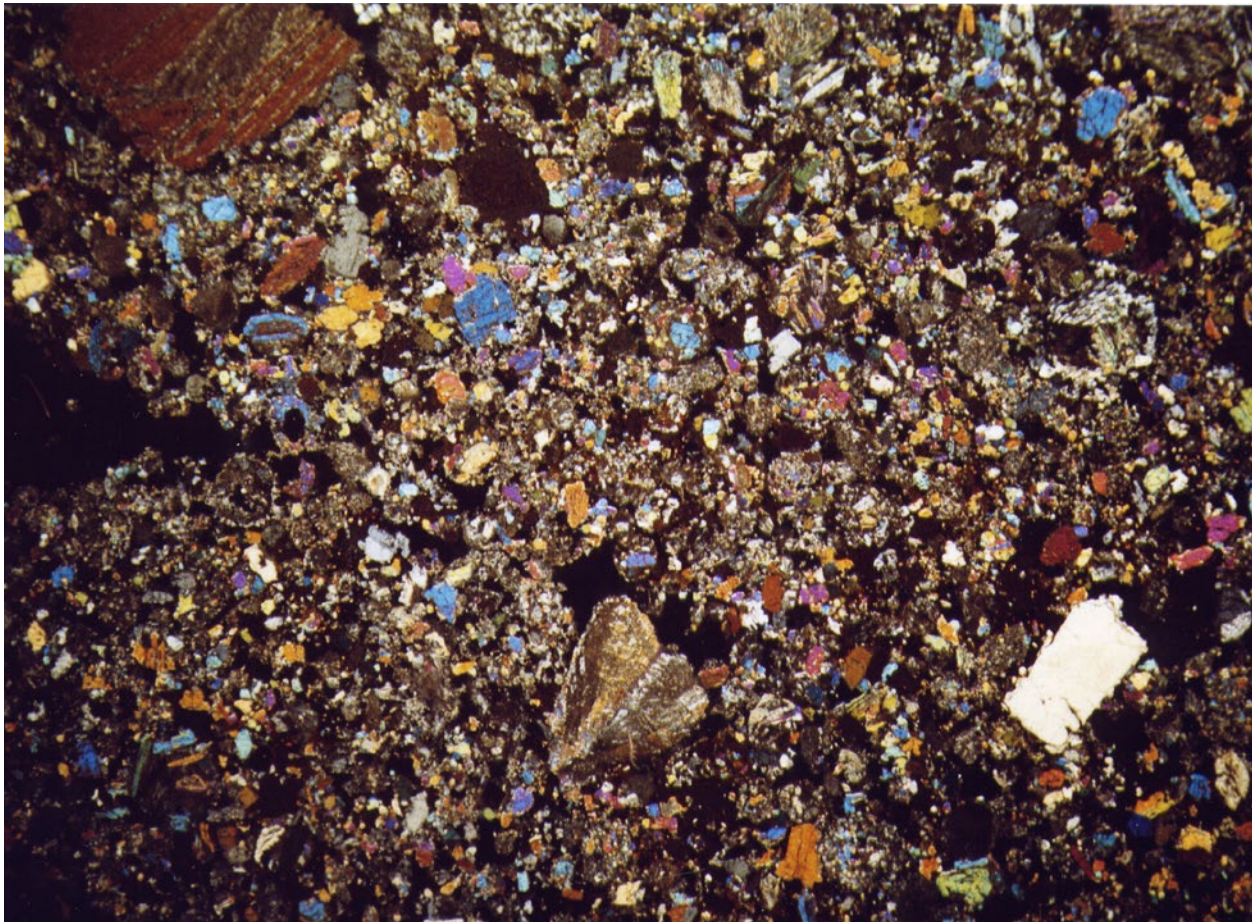
Osiem lat później, na konferencji Meteoritical Society w Greenwich, przekonałem się jednak, że koncepcja powstawania chondr i chondrytów w wyniku zderzeń stopionych planetoid zyskuje coraz większą popularność, ale niestety bez Baszkówki. Prezentowane w Greenwich referaty zostały opublikowane rok później w Meteoritics and Planetary Science (Vol. 47, No 12 (2012)).

Ian S. Sanders wraz z Edwardem R. D. Scottem rozwinęli prezentowaną już wcześniej przez Sandersa koncepcję, że chondry są zakrzepłymi kropelkami z fontanny, która wytrysnęła po zderzeniu stopionych planetoid pokrytych cienką skorupą. Są dowody, że około 2 milionów lat po uformowaniu się inkluzji wapniowo-glinowych (CAI), w Układzie Słonecznym było

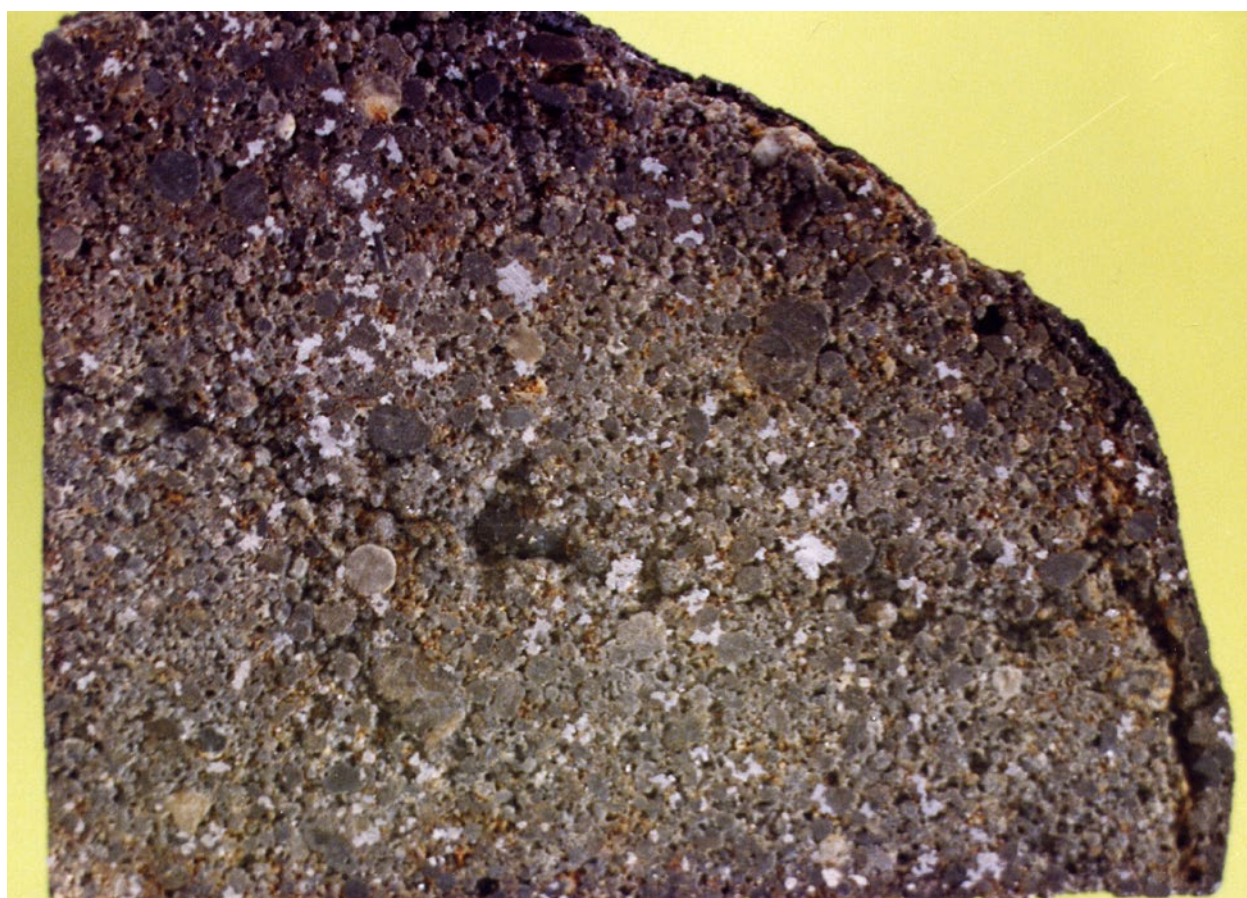
wiele takich planetoid, stopionych przez ciepło wydzielane z rozpadu izotopu glinu-26. Zdaniem autorów koncepcja ta nie tylko jest zgodna z wieloma cechami chondr, takimi jak ich wiek, skład chemiczny, wielkości, tempo stygnięcia, wklęsnięcia i ziarna reliktowe w chondrach, obwódki magmowe i ziarna metalu w chondrach, ale również może tłumaczyć wiele cech, które są problemem dla popularnego poglądu, że chondry powstały w wyniku błyskawicznego stopienia zlepek pyłu w mgławicy słonecznej. Są to między innymi wysoka zawartość Na i FeO w chondrach, różnorodność chondr, duże fenokryształy czy makrochondry.

We wstępie autorzy przypominają, że wiele chondr jest zakrzepłymi kropelkami magmy, przeważnie o średnicach od 0,1 do 2 mm. Składają się one głównie z bogatych w magnez krzemianów: oliwinów i piroksenów. Ich typowe dla skał magmowych tekstury wskazują, że stygły one od stanu całkowitego stopienia i krzepły w ciągu godzin. Ewidentnie były one obecne w dysku protoplanetarnym, z którego formowały się planetoidy i planety, zanim osiadły na powierzchni formujących się chondrytowych planetoid wraz z ziarenkami i kropelkami metalicznego żelaza z niklem i siarczkiem, okruchami ziaren minerałów i pyłem zawierającym także mikronowej wielkości ziarenka z mgławicy przed-słonecznej.

Chondry dzielone są na dwa typy ze względu na zawartość FeO. Te, które mają mało tlenu, nazywane są chondrami typu I i dominuje w nich oliwin magnezowy i enstatyt. Chondry typu II mają więcej FeO, a więc i odmiany oliwinów i piroksenów z większą zawartością żelaza. Sanders i Scott proponują, że chondry typu I pochodzą z planetozymali, które uformowały się wcześniej w gorącej, wewnętrznej części mgławicy słonecznej, a chondry typu II pochodzą z planetozymali two-



Płytką cienką chondrytu Baszkówka w świetle przechodzącym przy skrzyżowanych (u góry) i równoległych (u dołu) nikolach. Miejsca czarne na górnym zdjęciu i białe na dolnym, to obszary, gdzie nic nie ma: pory, albo miejsca po fragmentach, które wykruszyły się w trakcie przygotowywania płytki. Miejsca czarne na obu zdjęciach, to minerały nieprzezroczyste: ziarna metalicznego żelaza z niklem i troilitu. Najbardziej kolorowe są ziarna oliwinu. Chondry łatwiej zauważyć na dolnym zdjęciu. U góry z lewej widoczny jest fragment achondrytowy. Dłuższy bok zdjęcia ma ok. 3 cm.



Płytkę chondrytu Baszkówka w świetle odbitym, z jednej strony polerowaną (u góry). Na górnym zdjęciu z lewej widać ziarna metalu (srebrzyste) z troilitem (o barwie mosiądzu). Makrochondra w prawej, dolnej części ma 8 mm średnicy. Szczelina widoczna z obu stron sugeruje, że gdyby spadanie potrwało nieco dłużej, górny fragment oderwałby się. Porowatość dobrze widać na dolnym zdjęciu. Na obu ujęciach widać na górnej krawędzi skorupę. Dłuższy bok ma ok. 5 cm.

rzających się później, w chłodniejszych, dalszych od Słońca rejonach mgławicy słonecznej, gdzie dołączały się ziarna wodnego lodu, które powodowały utlenianie podczas ogrzewania się planetoidy.

Wciąż uważa się powszechnie, że chondryty zlepiły się w początkach istnienia Układu Słonecznego z tej samej materii, z której utworzyło się Słońce i taki też pogląd prezentował profesor John T. Wasson podczas swego wykładu w Poznaniu. Pogląd ten wynika z widocznego podobieństwa składu chemicznego chondrytów do składu chemicznego fotosfery słonecznej z wyjątkiem kilku pierwiastków występujących normalnie w postaci gazowej. Za taką koncepcją przemawia też obecność w chondrytach CAI, które są najstarszymi znanymi obiektami o składzie izotopowym wskazującym na związek z Układem Słonecznym. Moment formowania się CAI przyjmuje się obecnie jako początek istnienia Układu Słonecznego. Po uformowaniu się chondrytowych planetozymali niektóre z nich zostały rozgrzane, stopione i rozdzielone na metaliczne jądra i bazaltową skorupę, dzięki czemu mamy meteoryty żelazne i achondryty.

Ten obraz został jednak ostatnio podważony przez coraz dokładniejsze datowanie, z którego wynika, że ciała macierzyste meteorytów żelaznych i achondrytów stopiły się, zanim powstały chondry.

Czas formowania się meteorytów żelaznych ocenia się na podstawie zawartości w nich izotopu wolframu-182. Izotop ten powstaje w wyniku rozpadu hafnu-182 z czasem połowicznego rozpadu 8,9 miliona lat. Ponieważ jednak wolfram jest syderofilny a hafn litofilny, to od momentu powstania żelazo-niklowego jądra hafnu już w nim nie ma i wolframu przestaje przybywać. Zawartość wolframu-182 w meteorytach żelaznych mówi nam więc, jak dawno powstało jądro, z którego pochodzą te meteoryty. Badacze stwierdzili, że w pochodzących z jąder meteorytach żelaznych tego izotopu jest niewiele więcej niż w CAI, z czego wynika, że zdyferencjowane planetoidy uformowały wkrótce po powstaniu CAI, w czasie od 0,3 do 2 mln lat później. Natomiast z oceny

zawartości w chondrach magnezu-26 pochodzącego z rozpadu glinu-26 wynika, że chondry powstały od 1,5 do 2,5 miliarda lat po CAI.

Datowanie to potwierdziło to, co już wcześniej zauważali badacze meteorytów, nawet tak mało doświadczeni, jak autor tego tekstu. W płytkach wyciętych z Baszkówki nietrudno było zauważyć fragmenty achondrytowe, które nie wyglądały na obce twory mogące trafić do tego meteorytu w wyniku późniejszego zderzenia. Achondrytowe fragmenty spotykano też wcześniej w takich chondrytach jak Parnallee czy Bovedy. W Baszkówce, ale także i w innych chondrytach obserwowano też makrochondry, tak duże, że nie miałyby czasu na uformowanie się w mgławicy słonecznej.

Inny interesujący przypadek opisał w tym samym numerze, a wcześniej omówił w Greenwich, Knut Metzler. Zajął się on szybkim formowaniem się chondrytów poprzez akrecję gorących chondr. Nie odważył się jednak na tezę, że może to wskazywać na powstawanie chondr i chondrytów wskutek zderzeń stopionych planetoid. Próbował pogodzić swoje obserwacje z modelem powstawania chondr w mgławicy. Nie brał też pod uwagę Baszkówki, która mogłaby mieć znaczenie dla jego rozważań.

Metzler zwrócił uwagę na fragmenty różnych chondrytów złożone wyłącznie z ciasno upakowanych chondr, praktycznie bez obecności matriks. Wiele chondr w tych fragmentach było zdeformowanych, co wskazywało, że w momencie łączenia się musiały one być plastyczne. Jest to nieco inna sytuacja niż w Baszkówce, ponieważ w przypadku Baszkówki chondry były łączone na gorąco, ale przeważnie nie były już plastyczne. Skoro Metzler tego nie zrobił, to pozostał interesujący temat do rozważań, w jaki sposób formowały się chondryty po zderzeniu stopionych planetoid i jak zmieniały się warunki formowania się ich z upływem czasu od momentu zderzenia.

Budowę Baszkówki opisał szczegółowo Jacek Siemiątkowski w artykule opublikowanym we wspomnianym numerze Geological Quarterly. z jego opisu wynika, że Baszkówka nie pasuje tak dobrze do modelu zderzania się

stopionych planetozymali, jak by mi się marzyło. Dr Siemiątkowski zaobserwował w tym chondrycie dość dużo pokruszonych chondr, co wyklucza możliwość formowania się z zakrzepłych kropli magmy opadających bezpośrednio po zderzeniu. Lepszy wydaje się w tej sytuacji obraz ziaren pyłu pokrywającego powierzchnię planetoidy, które wzbijają się w wyniku zderzenia, a potem opadają na rozgrzaną po zderzeniu powierzchnię.

O Baszkówce wspomina jeszcze Jon M. Friedrich, który wraz z kolegami opublikował kilka miesięcy temu w Meteoritics and Planetary Science (Vol. 49, No. 7 (2014)) artykuł na temat porowatości zachowanej w chondrytach zwyczajnych. Poza Baszkówką wybrał do analizy Mt. Tazewait i Tjerebon, które już wcześniej porównywałem z Baszkówką (wszystkie L5, S1) oraz dwa chondryty H5 i po jednym LL5 i LL6 też bez widocznych przeobrażeń szokowych. Dopatrzył się jednak śladów wcześniejszego szoku w poszczególnych chondrach tych meteorytów. Dla wszystkich wyznaczył wiek formowania się. Baszkówka okazała się najstarszym meteorytem z tej grupy z wiekiem 4,51 miliarda lat, czyli od tak dawna ten meteoryt nie doznał żadnych metamorficznych przeobrażeń. Mt. Tazewait jest nieco młodszy (4,38 miliarda lat) i zdaniem autorów ma ślady przeobrażeń cieplnych po uformowaniu się, które mogły być spowodowane zderzeniem, które nie spowodowało wyraźnych zmian szokowych, ale mogło być przyczyną mniejszej porowatości w porównaniu z Baszkówką. Autor pominął w bibliografii naszą pracę o Baszkówce, ale nie wymienia też źródeł informacji o pozostałych badanych chondrytach, więc przynajmniej jest konsekwentny.

Sądzę więc, że skoro nikt inny jeszcze na to nie wpadł, to warto wrócić do Baszkówki i przyjrzeć się temu meteorytowi biorąc pod uwagę wspomniane wyżej prace. Możliwe, że taka analiza pozwoli na wyciągnięcie dalszych interesujących wniosków dotyczących sposobu formowania się chondr i chondrytów. Problem formowania się chondr wciąż wydaje się daleki od rozwiązania i nie mogę oprzeć się wrażeniu, że w Baszkówce kryje się istotny fragment odpowiedzi.



Naukowe znaczenie pracy w terenie

Robert Beauford

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE, Vol. 20, No. 2. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2014

W archeologii metodyka prowadzenia wykopalisk jest częścią tej dziedziny nauki. Badacze idą w teren i starannie dokumentują położenie znalezisk przed dostarczeniem ich do laboratorium do dokładniejszego zbadania. W paleontologii kręgowców wygląda to mniej więcej tak samo. Informacja o wzajemnym położeniu kości względem siebie, to cenne dane mogące powiedzieć coś o historii życia czy śmierci badanego stworzenia. Takie informacje wykorzystuje się do stworzenia obrazu całości — okna w czasie, jeśli wybaczyć tę zbyt poetycką metaforę. Przechodząc do astrogeologii z doświadczeniem z archeologii i paleontologii byłem zaskoczony faktem, że meteorityka nie uznaje pracy terenowej za prawdziwą naukę. W wyniku tego dane są tracone. Tymczasem dane dotyczące obszaru rozrzutu nie tylko pomagają odnaleźć okazy, ale też pomagają zrozumieć dynamikę spadku.

Ponieważ meteority są na powierzchni Ziemi ogromną rzadkością i ponieważ skuteczność odnajdywania okazów nawet na dość gęsto zasypanych obszarach rozrzutu jest zdumiewająco niska, to, z wyjątkiem najbardziej niezwykłych okoliczności i środowisk, poszukiwanie meteorytów w terenie jest dla naukowców nieopłacalne i w sensie ekonomicznym i czasowym. Na myśl przychodzą takie wyjątki jak spadki Sikhote-Alin czy Whitecourt, gdzie meteority zostały rozrzucone przez eksplozje naziemne, koncentracje meteorytów na polach lodowych Antarktydy i kilka innych, rzadko spotykanych przykładów. Zwyczajny obszar rozrzutu, nawet uważany za dobry, może wymagać pracy przez całe lata, z niezwykle niską wydajnością na godzinę, by zgromadzić znaczące ilości meteorytów. Tymczasem po znalezieniu pierwszego meteorytu, czy nawet jego części, zainteresowanie

naukowców dalszymi okazami szybko spada. Okazy meteorytów (z pewnymi wyjątkami) są zwykle traktowane jako reprezentatywne dla całości. Te czynniki, połączone z historycznym niedocenianiem naukowego znaczenia pracy w terenie, przyczyniły się do systematycznego minimalizowania pewnego rodzaju danych w naszych zapisach.

Niemniej na obszarach rozrzutu istnieją cenne dane, a praca w terenie jest częścią nauki.

Pomimo rozpowszechnionego błędnego mniemania poszukiwanie meteorytów nie jest, jako całość, zyskownym zajęciem. To, czy istnieje jakaś minimalna opłacalność pozyskiwania meteorytów z danego obszaru rozrzutu, zależy od dwóch czynników: stopniowego gromadzenia wiedzy o tym obszarze rozrzutu i okazjonalnego łutu szczęścia, którego wynikiem jest odnalezienie dużego meteorytu, który mógłby... być może... zrównoważyć miesiące czy lata zainwestowanego czasu i pieniędzy. Dostęp do dobrych danych na temat obszaru

rozrzutu daje zarówno korzyści naukowe jak i zwiększa prawdopodobieństwo ekonomicznego sukcesu poszukiwaczy. Są jednak problemy z udostępnianiem danych. Najlepszą wskazówką umiejscowienia kolejnego meteorytu na obszarze rozrzutu jest lokalizacja poprzedniego znaleziska. Jeśli poszukiwacz to ujawni, ryzykuje finansową stratę. Niewielu poszukiwaczy meteorytów rzeczywiście szuka dla zarobku. Jeśli jednak to robią, to żaden z nich nie ujawni informacji. To się nie opłaca. Owszem zdarzają się znaleziska przypominające wygraną na loterii, ale naprawdę, nie są one warte tyle, ile ludzie myślą, i po latach szukania sprzedanie znaleziska też może trwać lata. Poszukiwacze o tym wiedzą. Znalezienie meteorytu wartego 5000 dolarów zwykle wymaga uprzedniego wysiłku wartego dużo więcej, a posiadanie meteorytu wartego 5000 dolarów i znalezienie kogoś, kto zechce dać te pieniądze, to dwie bardzo różne sprawy. Mając kieszeń pełną kamieni wartych sto dolarów jedzenia za nie nie kupisz,

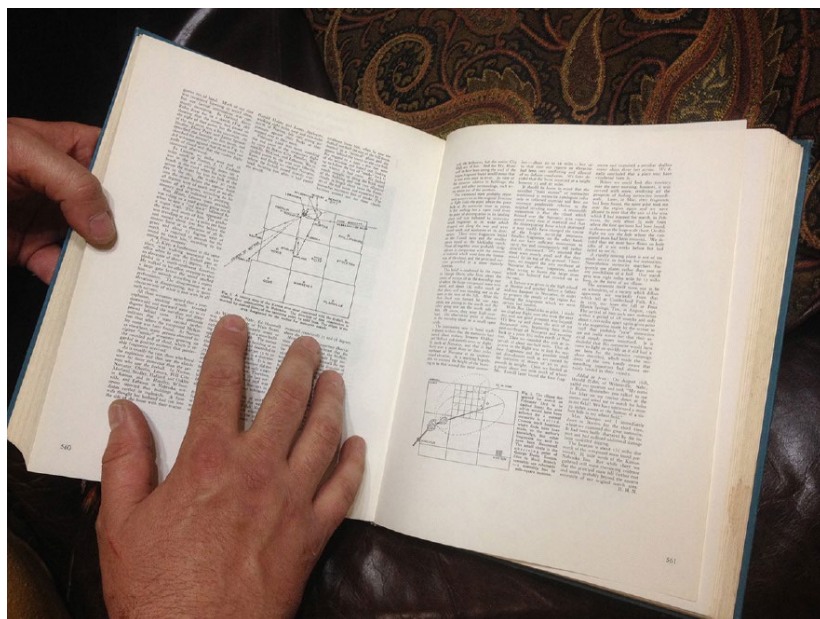


Proste narzędzia i dokładne zapisywanie danych, to może być wszystko, czego potrzeba do dobrej, obywatelskiej pracy naukowej.

i potrzeba dużo pracy — prawdziwej, czasochłonnej pracy — by dotrzeć do osób, które zechcą dać pieniądze za kamienie z kosmosu. I nie jest to chwalebna ani pasjonująca praca. Jest ona nudna i metodyczna; może satysfakcjonująca, ale nie pasjonująca. Pod tym względem życie poszukiwaczy meteorytów, dealerów i naukowców w laboratoriach ma ze sobą dużo wspólnego.

Z powodu arogancji i niewiedzy o tym, jak wygląda życie po drugiej stronie płotu, społeczność utraciła dane i nie byłoby trudno, wskutek arogancji i ignorancji, zniszczyć i ten cień szansy na odzyskanie owych danych. Decyzje takie, jak na przykład limity łącznej wagi meteorytów, które wolno zebrać rocznie z terenów publicznych, odzwierciedlają taką głęboką niewiedzę na temat rzeczywistych ekonomicznych i praktycznych realiów poszukiwań meteorytów, że jedynym ich efektem jest ukazanie głupoty decydentów i zniechęcenie poszukiwaczy mogących wspierać naukę.

Meteorytyka ma prawdopodobnie najbardziej wykształconą, profesjonalną i zdolną, pozaakademicką społeczność zaangażowanych uczestników ze wszystkich dziedzin nauki i jest ze wszech miar, z wyjątkiem badań znanych miejsc spadku i antarktycznych koncentracji, bardziej zależna od tych uczestników niż jakakolwiek inna dziedzina. Tam, gdzie stworzono im możliwość, społeczności dealerów, kolekcjonerów i poszukiwaczy wniosły wkład znaczny i z entuzjazmem.



Opublikowane dokładne opisy obszarów rozrzutu są rzadkością pomimo wartości takich map i dla poszukiwań meteorytów i dla laboratoryjnych prac naukowych. Wobec łatwego dostępu do kamer, danych GPS i baz danych online internet oferuje obu społecznościom sposobność dokonania znacznego postępu w konstruowaniu szczegółowych zapisów.

Dokąd więc z tym zmierzam? Obszary rozrzutu zawierają informacje i w większości przypadków pojedyncze osoby nie są w stanie utworzyć szczegółowej mapy obszaru rozrzutu. Trzeba na to lat i pracy zespołowej.

Obecnie poszukiwacz meteorytów w terenie ma możliwość dość łatwo uzyskać współrzędne znaleziska z GPS i wprowadzić uzyskane z pracy terenowej wagi i różnice między okazami do bazy danych. Spora liczba poszukiwaczy robi już coś podobnego dla własnych korzyści. Proponowałbym uznać, że robiąc to wykonują oni pierwszorzędą, obywatelską pracę naukową, równie ważną, jak klasyfikowanie i instrumentalne

analizy meteorytów. Jeśli społeczność naukowa chce skorzystać z ich wysiłków (a moim zdaniem powinniśmy), to musi istnieć mechanizm ich wychwycenia i opublikowania, a także redystrybucji danych do osób je dostarczających, tak aby korzyści płynęły do obu stron. W dobie komputerów nie powinno to być problemem.

Jak więc powinien wyglądać idealny świat? Nie wiem, ale wątpię, czy byłoby w nim miejsce na liczne regulacje, licencjonowanie i ograniczenia. Podejrzewam, że powinny powstawać w nim ścieżki łatwej komunikacji i dostarczania danych terenowych, może w postaci bazy danych online. Mogłoby to oznaczać systematyczne zapisywanie zarejestrowanych dealerów, poszukiwaczy i obywatelskich naukowców, którzy chcą brać udział w trwającej eksploracji Układu Słonecznego za ich frontowymi drzwiami, rozszerzenie funkcji i możliwości już efektywnej bazy danych Meteoritical Bulletin, czy coś całkiem innego. Najnowsza historia pokazała wielokrotnie, że wspólne działania tłumu są potęgą, że otwarte dzielenie się informacją prowadzi nas dalej i szybciej niż sekrety i że synergia dużych grup może być niezwykle skuteczna. Obojętne w którą stronę pójdziemy, otwarte drogi komunikacji i ułatwienie dealerom, poszukiwaczom i obywatelskim naukowcom uczestniczenia w procesach naukowych może tylko pomóc.

**Olsztyńskie Planetarium
i Obserwatorium Astronomiczne
oraz
Polskie Towarzystwo Meteorytowe
zapraszają do Olsztyna
na VIII Seminarium Meteorytowe
oraz Walne Zebranie
Polskiego Towarzystwa Meteorytowego
w dniach 24 i 25 kwietnia 2015 r.**

VIII Piknik Meteorytowy w Dzięgielowie

Zgodnie z twierdzeniem, że w Polsce mamy klimat umiarkowany o nieumiarkowanych zmianach pogody, chociaż Piknik był w tym samym terminie, co przed rokiem, to pogoda była zupełnie inna. Przywitała nas dość ozięble i kazała się cieszyć, że przynajmniej nie pada, ale później i tak potraktowała nas przelotnym deszczem. Za to gospodarze tradycyjnie przywitani nas gorąco.

Meteorytów nie było dużo, podobnie jak gości, ale było trochę atrakcji. Uwagę zwracała przede wszystkim płytka będąca pełnym przekrojem oktaedrytu Yarovoye, którą Marcin pokazywał wraz z kopia całego meteorytu, tak że było widać, skąd została wycięta. Marcin polubił ostatnio meteoryty żelazne, więc były też ładnie wytrawione płytki Odessy, Maslyanina, Mont Dieu, Moraska, Mundrabilli i oczywiście Tartaka. Wśród kamiennych meteorytów dominowały różne NWA z Maroka, zwykle dość atrakcyjnych typów, ale leżały też Camel Donga i Itqiy czy Chelyabinsk i Pułtusk. Nie brakowało i oczyszczonych Gao. Uwagę zwracał diogenit NWA 7490 obecny i w postaci bryłki i płytek.

W naszym klimacie nie ma szans, by zgadnąć wcześniej, kiedy będzie ładna pogoda. Pamiętam piknik we Fromborku, kiedy było przeraźliwie zimno na początku sierpnia. Trudno też znaleźć w okresie wakacyjnym termin, który by wszystkim odpowiadał. Może wybierzemy termin Pikniku przez głosowanie na konferencji w Olsztynie?

Andrzej S. Pilski



Na pierwszym planie chondryt (8 kg) znaleziony przez Marcina w Omanie.



Atrakcje Pikniku: Płyta oktaedrytu NWA 6565 (u góry), pełny przekrój oktaedrytu Yarovoye (niżej z prawej) i bryłka diogenitu NWA 7490 (niżej z lewej).



Oryginalna płytka oktaedrytu Yarovoye oraz kopia całego okazu. Z którego miejsca wycięto płytkę?

Meteoryt Bala: wpadł do jeziora?

Derek Sears

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE, Vol. 20, No. 2. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2014

Wieczorem, 23 stycznia 1974 r., z moją żoną Hazel, zasiedliśmy przed telewizorem z naszym pieskiem Patch u stóp, by posłuchać lokalnych wiadomości. Spodziewaliśmy się usłyszeć o drobnych kradzieżach, wypadkach drogowych, staraniach lokalnych grup o pozyskanie funduszy, nowych projektach budowlanych i innych sprawach dotyczących społeczności miasta Leicester. Zamiast tego dowiedzieliśmy się, że słyszano potężną eksplozję i były zjawiska świetlne na niebie nad północną Walią. Zanotowaliśmy sobie, by następnego dnia przejrzeć lokalną prasę.

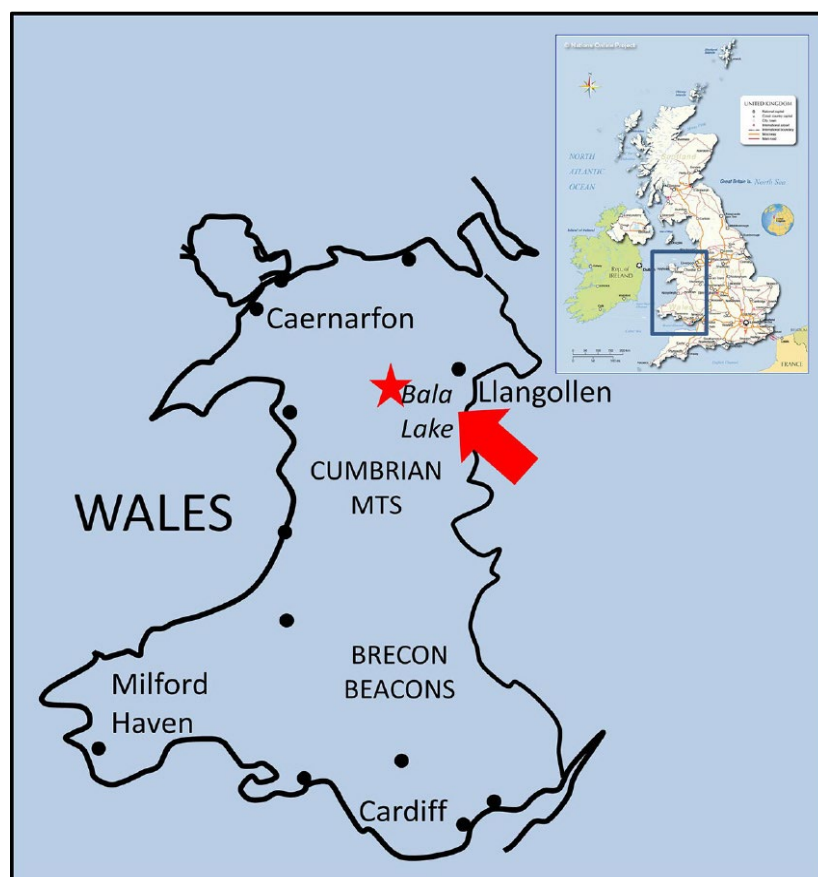
Nasze mieszkanie dzieliło tylko kilkaset jardów Parku Wiktorii od Uniwersytetu Leicester, gdzie na wydziale Astronomii i Geologii kończyłem właśnie trzyletnie studium doktoranckie. Zbierałem publikacje i rozdziały i coraz bardziej emocjonowało mnie zbliżające się zakończenie. Jeden z rozdziałów dotyczył skutków przelotu meteoroidu przez atmosferę. Telewizyjna relacja z wydarzeń w Walii wzbudziła więc moje zainteresowanie, a może nawet i wywołała pewien dreszczyk emocji. Północna Walia była tylko o dwie i pół godziny jazdy samochodem od naszego mieszkania, więc może powinniśmy pojechać i zobaczyć, czy uda się znaleźć meteoryty, które tam spadły.

Gazety przyniosły więcej szczegółów. Było to duże wydarzenie. W całym regionie ludzie słyszeli, czy nawet odczuli eksplozję. Niektóre osoby widziały smugi na niebie. Inne widziały rozświetlone duże fragmenty nieba. W artykule odnalazłem informację, że brytyjscy specjaliści stwierdzili, iż w północnej Walii było trzęsienie ziemi z epicentrum około 8 – 10 km pod powierzchnią. Artykuł wymieniał nazwisko geofizyka, który to stwierdził. Trzęsienie ziemi? W Brytanii? Z efektami świetlnymi? Bez większego trudu udało mi się odnaleźć osobę odpowiedzialną za brytyjskie sejsmometry, które wykryły wstrząsy.

Istotnie potwierdził on, że sejsmometry wykryły wstrząsy z epicentrum na 8 km. Wyjaśniłem, że opisy, które widziałem w gazetach, zgadzały się bardzo dobrze z opisami zjawisk bolidów, które zebrałem. Spytałem, czy trzęsienie ziemi może wywołać światła na niebie. „Owszem, były takie doniesienia”, powiedział. Nie były dobrze udokumentowane ani wytłumaczone i nie były to smugi na niebie. Bardziej przypominały gazy wydobywające się z uskoków, może oświetlone słońcem, albo przez jakiś inny mechanizm. Przerwał i dość długo myślał, po czym powiedział. „Wiesz, gdyby eksplozja była 8 km nad ziemią, nasze sejsmometry by ją zarejestrowały. My zakładamy, że epicentrum jest pod ziemią, ale fizyka i matematyka byłaby taka sama, gdyby eksplozja była ponad ziemią; po prostu wystarczy zmienić znak przy 8 km. Roześmieliśmy się i pomyślałem, że jest to coś, czemu warto się przyjrzeć.

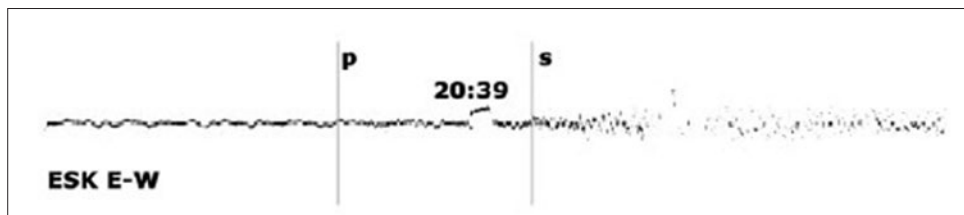
W bibliotece Uniwersytetu Leicester, w piwnicy, gdzie leżą najmniej używane i najbardziej zakurzone książki, było trochę katalogów. Oczywiście znany mi był dobrze Katalog Meteorytów Brytyjskiego Muzeum, skąd czerpałem moje opisy spadków. Kilka półek dalej leżał dość podobny katalog brytyjskich trzęsień ziemi. Wypożyczyłem go, oczyściłem biurko, przyniosłem kawę i otworzyłem notatnik.

Odniosłem wrażenie, że trzęsienia ziemi i spadki meteorytów zdarzają się w Brytanii z podobną częstotliwością. I trzęsienia ziemi i meteoryty mają wiele wspólnego: eksplozje, dudnienie, drżenie ziemi, trzęsące się półki i nawet zjawiska optyczne. Podobno wiele trzęsień ziemi wytwarza światło na niebie, szczególnie w nocy, choć nie jest jasne, czy wskutek efektu luminescencji w gazach wydobywających się z ziemi, czy odbicia światła



Mapa ukazująca miejsce zdarzenia

od pyłu wyrzuconego do atmosfery, czy też jakiegóż innego mechanizmu. Nie byłoby trudne pokazać znawcy meteorytów opis jakiegoś trzęsienia ziemi i uzyskać opinie, że był to spadek meteorytu, a przypuszczam, że gdyby dać sejsmologowi opis spadku meteorytu, to mógłby uznać, że jest to obserwacja trzęsienia ziemi. Faktycznie zaledwie kilka tygodni temu, gdy siedziałem przy biurku w okolicy zatoki San Francisco, usłyszałem huk i dom się zatrzęsł. Najpierw myślałem, że jakiś samochód uderzył w dom, bo coś takiego zdarzyło się kilka lat wcześniej. Sprawdziłem. Nic. Pomyślałem więc, że może było to trzęsienie ziemi. Ponieważ nie było potwierdzenia na stronie monitorującej trzęsienia ziemi, napisałem do znajomych poszukiwaczy meteorytów. Ledwo jednak zdążyłem wysłać wiadomość, pojawiła się informacja na stronie trzęsień ziemi. Pół mili od mojego biura wystąpiło trzęsienie ziemi 2,2 stopnia z epicentrum na głębokości 8 km. Potwierdzenie z pierwszej ręki, że trudno na podstawie obserwacji świadków odróżnić spadek meteorytu od trzęsienia ziemi.



Przykład sejsmogramu zdarzenia z 23 stycznia 1974 r. zapisanego przez przyrząd Eskdalemuir Observatory British Geological Survey znajdującego się koło Eskdalemuir, Dumfries i Galloway w Szkocji. „p” i „s” są punktami odniesienia. Zdarzenie nastąpiło o 20:39 a powtórne wstrząsy jakiś czas później (z artykułu Mussona wymienionego w bibliografii).

Tak więc w styczniu 1974 r. Hazel, Patch i ja wyruszyliśmy zobaczyć, czy odnajdziemy meteoryt z północnej Walii. Uzgodniliśmy to z moim promotorem, dr Allanem Millsem, zamówiliśmy wydziałowy landrover i załadowaliśmy do niego kamery, mapy, notatniki, latarkę, ciepłą odzież i termos z kawą. Daliśmy także do lokalnej gazety ogłoszenie-kwestionariusz, że ekipa z Uniwersytetu Leicester odwiedzi ten teren i prosi o przesyłanie wszelkich informacji. Tuż przed odjazdem mój promotor przyszedł na parking powiedzieć, że inny zespół, z Uniwersytetu Keele, kierowany przez dr Rona Maddisona, także będzie przeszukiwał teren w ten weekend, i że powinniśmy z nim współdziałać.

Wyjechaliśmy w piątek, wczesnym wieczorem, bez przygód przejechaliśmy w poprzek Anglię i wjechaliśmy między walijskie wzgórza. Góry

północnej Walii są piękne, z licznymi średniowiecznymi zamkami i są popularnym celem turystów, ale są one wysokie, a pogoda nieprzyjazna. Są publiczne ostrzeżenia dotyczące wędrówek w odludnych terenach, a ośrodki ratownictwa mają pełne ręce roboty. Późnym wieczorem przybyliśmy do pięknego, małego, wiejskiego domu, w którym Hazel zarezerwowała nocleg. Rankiem czekało na nas obfite, klasyczne walijskie śniadanie, dość podobne do klasycznego angielskiego śniadania (wszystko, co da się usmażyć, wrzucone na talerz). Pokój był wypełniony innymi gośćmi, których wypytywaliśmy o interesujący nas temat. Przed wyjściem poproszono nas o wpisanie się do książki gości. Napisałem coś o szczęśliwym poszukiwaniu meteorytów. Może będzie to przypominać innym, by mieć oczy otwarte.

Grupę z Keele spotkaliśmy na polach koło wsi Bala. Umówiliśmy się,



Jezioro Bala



Hazel i Patch na wzgórzach wokół Bala w styczniu 1974 r.

że pójdziemy różnymi drogami, ale będziemy się wzajemnie informować. W owych dniach przed erą telefonów komórkowych nie byłem pewien, jak zdołamy to zrobić. Przypuszczalnie musiałoby to poczekać, aż wrócimy do swoich uczelni.

Wraz z Hazel wróciliśmy do auta, wyjęliśmy mapy i uzgodniliśmy, że będziemy krążyć po okolicy tak, by przejechać przez wszystkie wioski w dolinie. Zajęłoby to większość dnia i skończyłoby się w naszym hoteliku. Dzień był długi; wręczyliśmy 20 czy 30 broszur. Odbiliśmy szczegółowe rozmowy z 10–12 osobami, które wypełniły nasze kwestionariusze. Wszyscy słyszeli eksplozję. Mniej więcej połowa świadków widziała efekty wizualne jakiegoś rodzaju, chociaż nie było zgodności co do ich formy czy barwy. Moją uwagę zwrócił szczególnie jeden świadek, który poczuł jakiś zapach.

Muszę tu wspomnieć o innej części mojej, powstającej pracy doktorskiej. Obserwacja, która przyciągnęła moją uwagę podczas systematycznego katalogowania opisów spadków meteorytów, dotyczyła ich woni. Okazuje się, że przed rokiem 1860 wszystkie, albo większość opisów spadków meteorytów wspominała o ostrym zapachu, czasem określanym jako woń siarki. W przypadku meteorytu Pettiswood z roku 1779 zapach objął całą wioskę

i wytworzył „taki smród”. Z drugiej strony w żadnym opisie spadku meteorytu po roku 1860, do którego miałem dostęp w roku 1974, nie wspomniano o zapachu. Napisałem krótki list do redaktora Journal of the British Astronomical Association, pokazany obok w ramce. W ostatnich latach jedna czy dwie relacje o spadkach meteorytów wspominają o zapachu (zob. s. 26) a dr Robert Hutchison, kustosz meteorytów Brytyjskiego Muzeum w ostatnich kilkudziesięciu latach dwudziestego wieku, wspominał, że niedawno spadłe meteoryty często pachniały siarką, gdy je rozpakowywał. Siarczek żelaza jest pospolitym składnikiem większości meteorytów i mógł spalać się w atmosferze tworząc dwutlenek siarki, którego ostry zapach znamy z fajerwerków. Spotkałem się także z sugestią, że skutkiem jonizacji towarzyszącej bolidowi byłyby także znaczne ilości ozonu – innego gazu o ostrym zapachu – który mógłby być uwieczniony w meteorycie i uwolniony później.

Zanim ukończyliśmy naszą rundę wokół doliny Bala, zrobiło się ciemno i nadciągnęła burza. Na wąskiej lokalnej drodze, przy bardzo złej widoczności, w lejącym deszczu, poczułem, że coś uderzyło w lewy bok samochodu i nacisnąłem hamulec. Niestety nie meteoryt lecz kamienny murek. Na szczęście nie ucierpieliśmy ani my ani landrover. Łóżko było szczególnie upragnione owej nocy.

Po jeszcze jednym, obfitym, walijskim śniadaniu i potraktowaniu z większymi honorami przez współlokatorów hoteliku, wyciągnęliśmy mapę i przyjrzelśmy się miejscom wczorajszych spotkań ze świadkami i ich opisom. Świadek, który poczuł zapach, znajdował się między farmami na północny wschód od dużego jeziora Bala, które wypełniało dolinę. Tak więc drugiego i ostatniego dnia w terenie – Hazel musiała wrócić do pracy nauczycielskiej w poniedziałek rano – skupiliśmy się na tej znacznie mniejszej części wczorajszego obszaru poszukiwań. Powietrze było zimne, a nad doliną wisiała mgła. Mogliśmy widzieć nasze oddechy. Krążyliśmy po tamtej stronie jeziora zatrzymując nieliczne osoby, które były w obejściach lub w domach w okolicy miejsca, gdzie wspomniano o zapachu. Pukając do drzwi odnaleźliśmy jeszcze dwie osoby, które słyszały eksplozję, widziały światło na niebie i czuły zapach siarki. Mieliśmy więc trzech obserwatorów, którzy czuli zapach siarki, wszystkich w obrębie kilku mil od siebie. „Jak wyglądały światła?” Były białawo-niebieskie i rozmyte, prawdopodobnie dlatego, że ich źródło widziano przez chmury zwykle obecne nad walijskimi górami. Starając się zlokalizować źródło zapachu najlepiej jak można na podstawie relacji naszych trzech, niedoskonałych świadków, niedoskonałych, bo dwaj z nich byli bardzo blisko siebie, znaleźliśmy obszar, na którym była tylko jedna, mała farma. Może jej właściciel widział jakieś dziwne kamienie.

Z trudem skrywając emocje zbliżyliśmy się do farmy niosąc mapy,



Góry Berwyn

kamery, kwestionariusze i notatniki oraz prowadząc psa. Nikt się nie odezwał. Pukaliśmy dwa czy trzy razy i czekaliśmy dość długo. Postanowiliśmy obejść dom i farmę. W Wielkiej Brytanii istnieją publiczne ścieżki przez tereny wiejskie, datujące się od wieków średnich, które farmerzy muszą szanować. Mogą przesunąć ścieżki, ale nie mogą ich zamknąć. Odnaleźliśmy znak publicznej ścieżki prowadzącej na teren farmy. Wyglądało na to, że ścieżkę poprowadzono w taki sposób, by jak najbardziej zniechęcić do jej użytkowania, przez najbardziej nieprzyjemne części farmy, błotniste rowy, niewygodne przejścia i bezsensowne zejścia z prostej drogi. Dało nam to jednak dobrą okazję do legalnego penetrowania większej części farmy w poszukiwaniu meteorytów. Spędziliśmy dwie godziny krążąc po farmie i powracając do miejsca, które według naszych ocen mogło być źródłem zapachu. Wreszcie znaleźliśmy. Nie meteoryt lecz ogromne sterty ściemi. Ogromne i bardzo cuchnące; może ktoś mógłby nazwać to siarkowym.

Spojrzeliliśmy znów na nasze mapy. Spojrzeliśmy na okolicę. Przyjrzeliliśmy się zebranym przez nas opisom. Wiatr wiał z południa. Śmietnik mógł być źródłem smrodu, ale nie byliśmy pewni. Obserwatorzy mogli obserwować meteoroid z bliskiej odległości pod koniec jego spadania. Jeśli tak, to meteoryt mógł po prostu wpaść do jeziora Bala, a wiatr zniósł zapach siarki na północ. Ron Maddison przeleciał śmigłowcem nad tym terenem i nie zauważył niczego szczególnego. Na podstawie zebranych przez siebie relacji świadków doszedł do wniosku, że meteoryt spadł do zatoki Colwyn, tylko 40 mil na północ od jeziora Bala. My doszliśmy do wniosku, że trzeba załadować landrover, napełnić bak benzyną, a nasz termos kawą i skierować się z powrotem do Leicester.

Było to całe czterdzieści lat temu. To wydarzenie stało się miłym wspomnieniem. Ukończyłem pracę doktorską i całą karierę poświęciłem meteorytom, głównie w USA. Robert Beauford, współredaktor *Meteorite*, usłyszał tę opowieść i zaproponował, by napisać o tym do kwartalnika, może by uczcić czterdziestą rocznicę niedoszedłego meteorytu Bala.

Przedruk z Journal of the British Astronomical Association,
vol. 84, 1974, s. 299–300

Dlaczego meteoryty tracą swój zapach?

Szanowny Panie,

W dniach, gdy poważne badania meteorytów dopiero się rozpoczynały i wielu naukowców wciąż powątpiewało w ich istnienie, częstą cechą spadków meteorytów był zapach. Był on zwykle siarkowy, dający, jak określił to jeden ze świadków „taki smród”. Pettiswood (1779), Wold Cottage (1795), Limerick (1813) i High Possil (1804) są wszystkie dawnymi brytyjskimi meteorytami, o których mówiono, że emitowały siarkowy zapach podczas spadania przez atmosferę¹. Pettiswood „okrył wioskę oparami siarki”. Dr Walter Flight w swym Chapter in the History of Meteorites opisał dwa dawne meteoryty, które podczas spadania wydzielaly woń siarki². Jednak obecność woni (czy smrodu) siarki nie jest niczym dziwnym. Jedną z pierwszych, odnotowanych właściwości meteorytów było to, że zawierają one siarczek żelaza (znany dziś jako troilit). Można oczekiwać, że będzie on spalał się podczas przelotu przez atmosferę wytwarzając tlenki żelaza i dwutlenek siarki; ten ostatni mający ostry i drażniący zapach.

Dlaczego więc nie wspomina się o tym zapachu w nowszych opisach? Na przykład *Meteoritical Bulletin*, który publikuje szczegóły nowych spadków i znalezisk, zawiera 38 spadków meteorytów kamiennych między listopadem 1960 r. a kwietniem 1970 r.³ Spadanie jest opisane w przypadku 20 z nich, ale nie ma żadnych wzmianek o zapachu. Dziwna i chyba dość zagadkowa rozbieżność. Może we wcześniejszym, mniej oświeconym okresie, obserwatorzy byli bardziej skłonni zwracać uwagę na zapach (kojarzony z ogniem i siarką). Alternatywnie, co chyba jest bardziej prawdopodobne, obecnie badacze nie pytają świadków, czy coś czuli, ponieważ popularne wyobrażenie spadku meteorytu nie obejmuje zapachu.

Niestety, choć może to wydawać się zabawne, ta rozbieżność może nie być tak prosta, jak się wydaje. Są po temu dwa powody: budzi to wątpliwości co do rzetelności relacji, które posiadamy; być może sprawozdania są zniekształcone na rzecz tego, co spodziewamy się usłyszeć. Po drugie wytwarzanie zapachu ma związek ze skorupą, ponieważ wskazywałoby, czy dużo siarki było spalonej czy nie.

Byłoby interesujące dowiedzieć się od świadków dwóch najnowszych brytyjskich spadków meteorytów, Barwell (1965) i Bovedy (1969), czy podczas spadku pojawił się zapach.

Z poważaniem

Derek Sears

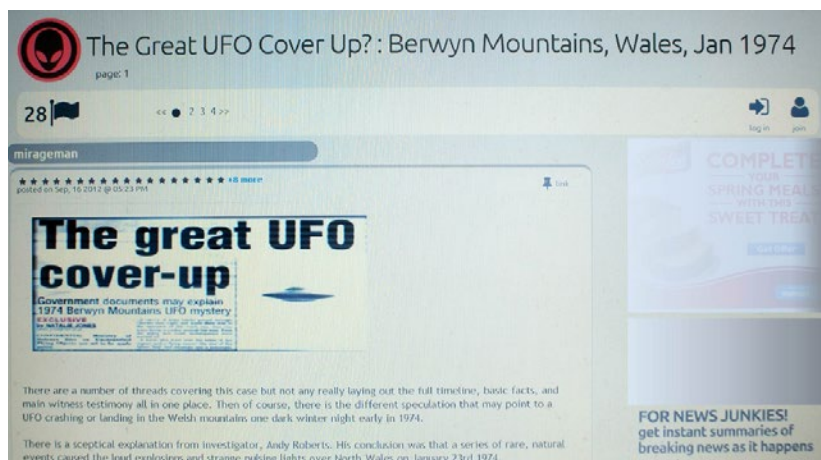
Department of Astronomy and the History of Science
University of Leicester, University Road, LE1 7RH

Dopisek: Bezpośrednio po dźwiękowych i wizualnych efektach obserwowanych nad północną Walią w styczniu 1974 r. jeden ze świadków mówił o zapachu siarki. Dalsze badania pokazały, że zapach zauważyli także mieszkańcy dwóch innych farm. Badanie terenu nie doprowadziło jak dotąd do znalezienia żadnych śladów spadku meteorytu.

1. Referencje do relacji o tych spadkach można znaleźć w Hey, M., *Catalogue of Meteorites*. London, 1966.
2. Flight W. Chapter in the History of Meteorites, 1887.
3. Krinov E. L. (Ed.), *The Meteoritical Bulletin*, 1960-1970.

Zajrzałem więc do internetu, by znaleźć coś co uzupełniłoby niektóre szczegóły w mojej niedoskonałej pamięci. To, co znalazłem, zaparło mi dech.

Istnieją bogate strony internetowe, blogi i nawet hasło w Wikipedii, poświęcone wydarzeniu ze stycznia 1974 r. Poczynając od około dwudziestu lat po tym zdarzeniu brytyjska grupa badaczy UFO zbadała sprawę i uznała, że to był brytyjski odpowiednik Roswell. Dziennik the Sun nazwał to „wydarzeniem Roswelsh”. Jedna ze stron nosi tytuł „Wielkie utajnienie UFO”. Według entuzjastów UFO zaobserwowano wtedy katastrofę UFO i oczywiście dla większości określenie „UFO” oznacza „statek kosmiczny obcych”. Były doniesienia o światłach na niebie, nie o bolidach, lecz o czymś w rodzaju reflektorów samochodu. Ufo rozbilo się widocznie w walijskich górach, które były znane z zagrożeń jakie stwarzały dla latających obiektów. Są one dość wysokie, rzadko zaludnione i blisko kilku poligonów wojskowych. Zbyt wielu pilotów i samolotów tam zginęło. W ciągu dekady było w walijskich górach 11 katastrof nisko latających, wojskowych statków powietrznych, w których zginęło ośmiu pilotów. Były doniesienia o „mężczyznach w czerni” badających teren, o drogach zamkniętych przez wojsko i o brytyjskim rządzie odmawiającym odpowiedzi na pytania. Jedna relacja stwierdza, że odnaleziono kilka martwych ciał obcych i wysłano do Portland Downs, gdzie znajduje się brytyjskie centrum



Jedna z wielu stron internetowych omawiająca zdarzenia ze stycznia 1974 r. i możliwość, że zostały one spowodowane katastrofą statku kosmitów.

wojny biologicznej.

W bardzo długim i bardzo dobrze napisanym artykule online Andy Roberts, brytyjski badacz UFO, zebrał wszelkie informacje i przejrzał cały materiał, by dojść do wniosku, że owe go wieczoru trzęsienie ziemi i spadek meteorytu nastąpiły jednocześnie. Roberts wspomina, że wojskowe statki powietrzne rozbity się w tej części północnej Walii w roku 1972 i 1982, że w obu wypadkach uczestniczyły ściśle tajne statki powietrzne i że na tym terenie zaroilo się od wojskowych, by odnaleźć ludzkie szczątki i tajne materiały. Sugeruje, że dwadzieścia lat po wydarzeniu z 1974 roku te trzy zdarzenia pomieszały się w ludzkiej pamięci. Jest to bardzo prawdopodobne. Sądzę, że nie było ani statku kosmicznego obcych, ani nawet trzęsienia ziemi, lecz zderzenie o skali Czelabińska, które zrzuciło meteoryty do jeziora Bala lub zatoki Colwyn i poruszyło brytyjskie sejsmometri.

Bibliografia

Musson, R. M. W (2006) The enigmatic Bala earthquake of 1974. *Astronomy & Geophysics*, Volume 47, Issue 5, pp. 5.11-5.15.

Maddison, R., 2006. The 'astronomer from Keele' writes. *Astronomy & Geophysics*, vol 47 no 6, p 8

www.abovetopsecret.com/forum/thread657400/pg1

www.theblackvault.com/m/events/view/Berwyn-Mountains-North-Wales-United-Kingdom

en.wikipedia.org/wiki/Berwyn_Mountain_UFO_incident

www.uk-ufo.org/condign/berwart.htm

<http://ufos.about.com/od/bestufocrashcases/p/wales1974.htm>

Kwestionariusze i moje notatki i mapy dotyczące tego wydarzenia znajdują się w Zbiorach Specjalnych biblioteki Uniwersytetu Arkansas.



Doniesienia z Wiki

Słowacy nadrabiają zaległości

Do tej pory na terenie Słowacji zarejestrowanych jest tylko 6 meteorytów — 3 spadki (Gross-Divina, Košice, Nagy-Borové) i 3 znaleziska (Lenarto, Magura, Rumanová).

Dwa lata temu zaczęli Słowacy nadrabiać zaległości. Po spadku Košic poszukiwania nowych meteorytów nabrały

tempa. Na początku 2012 roku znaleziono dwa nowe meteoryty: chondryt zwyczajny **Uhrovec** i meteoryt żelazny **Smolenice**.

Smolenice

Podczas spaceru 3 kwietnia 2012 roku *Stanislav Antalík*, w obszarze administracyjnym *Smolenice*, znalazł kawałek skały, która swym kolorem i kształtem, a po podniesieniu ciężarem, znacznie różniła się od otaczających skał. Z powodu rdzawego koloru i znacznej wagi stwierdził, że jest to kawałek żelaznego złomu jakich wiele w okolicy. Dopiero później, po konsultacji z przyjaciółmi, zaczął podejrzewać, że może to być meteoryt żelazny. Odszukanie dokładnej lokalizacji i znalezienie samego meteorytu trwało trzy dni, i zakończyło się sukcesem 24 kwietnia.

Znaleziony meteoryt jest okazem całkowitym o wydłużonym kształcie i rdzawej, utlenionej powierzchni. Cała powierzchnia jest stosunkowo równomiernie pokryta typowymi

wymi regmagliptami. Masa meteorytu po znalezieniu wynosiła 13,95 kg. Na wypolerowanej i wytrawionej powierzchni przecięcia widać charakterystyczne figury Widmanstättena. Średnia zawartość niklu w kamencie 6,98% (od 5,89 do 7,32). Średnia szerokość belek kamencytu to około 0,22 mm co przyporządkowuje go do oktaedrytów drobnoziarnistych (*fine octahedrites*). Stwierdzono również występowanie tetrataenitu oraz troilitu w formie nielicznych małych (2–3 mm) nodul. Wyniki badań m.in. tego meteorytu były prezentowane podczas seminarium *Venovaný najnovším poznatkom o slovenských meteoritoch* które odbyło się 18 marca 2014 roku w Bratysławie.

Ponieważ meteoryt nie został jeszcze zatwierdzony, zaproponowano jego tymczasową nazwę „**Smolenice**” (Gargulák et al. 2014).

Uhrovec

11 marca 2012 roku podczas spaceru po lesie około 3,3 km na SEE od wsi Uhrovec na słowackich *Strážovské vrchy*, *Lubomír Hlaváč* znalazł duży okaz meteorytu kamiennego. Całkowity ciemno-bury okaz z nikłymi oznakami wietrzenia i ze śladami ablacji na powierzchni (widać linie spływu – *flow-lines*; okaz wygląda na orientowany), ważył 5,07 kg. Według analiz zawartości fajalitu (Fa) w oliwinach i ferrosilitu (Fs) w ortopiroksenach oraz cech tekstury, został on wstępnie sklasyfikowany jako chondryt zwyczajny typu L6.

Fotografie okazu znajdują się na stronach: Geologický ústav SAV; Slovenský paleontologický klub.

Ponieważ meteoryt nie został jeszcze zatwierdzony zaproponowano jego tymczasową nazwę „**Uhrovec**” (Ozdín et al. 2014).

Nowe okazy odnaleziono w mocno pagórkowatym terenie. Na Słowację z Polski nie jest daleko, a w myśl zasady, że jak znaleziono jeden to musi być ich tam więcej, może warto wybrać się w te okolice? Oba okazy są bardzo reprezentatywne dla swoich typów i względnie świeże. Smolenice ma piękne regmaglipty, a na okazie Uhrovec widać jeszcze zwietrzałe linie spływu na skorupie!

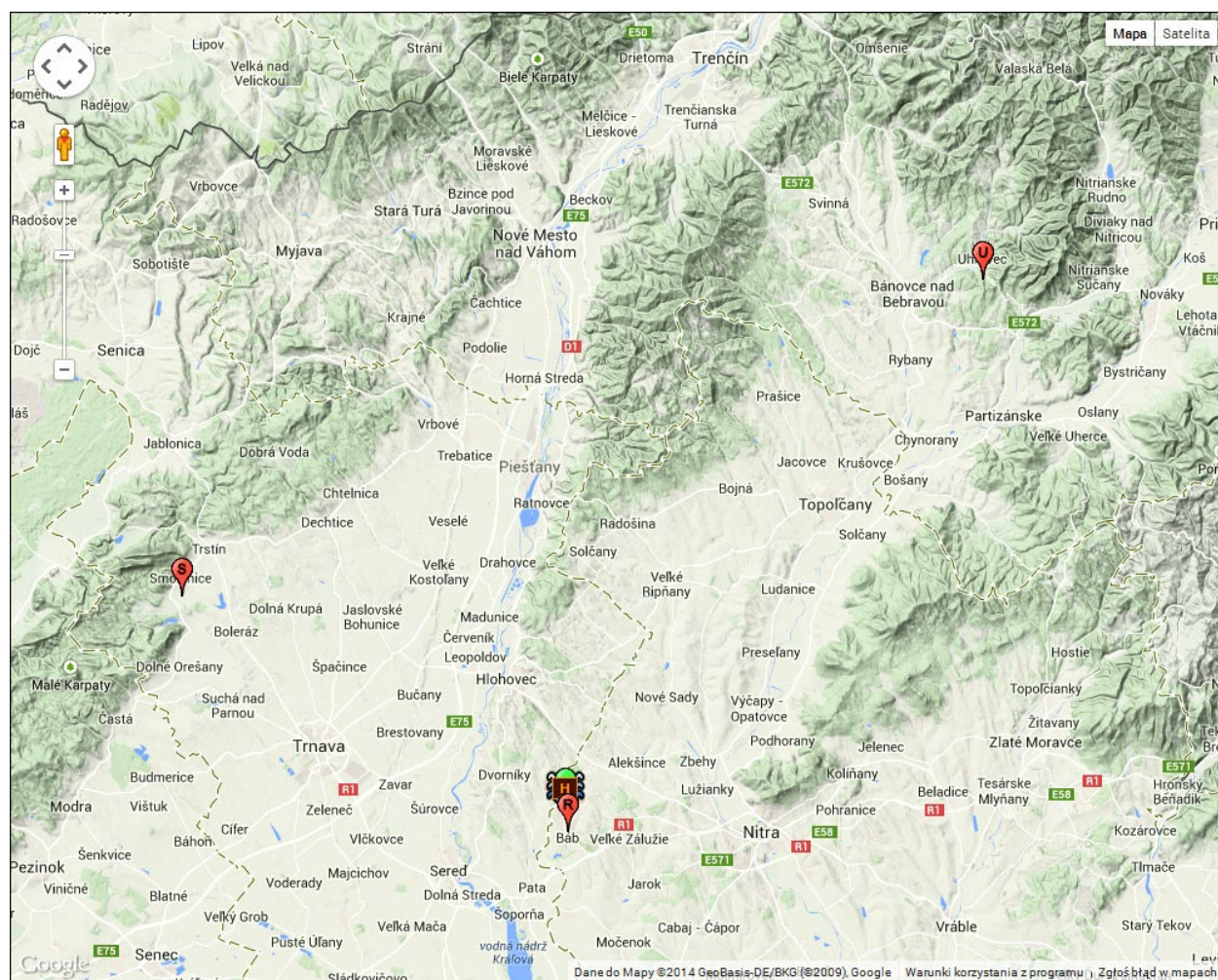
Fotografie obu okazów znajdują się na portalu <http://Wiki.Meteoritica.pl>

Jan Woreczko

Bibliografia

Gargulák Milan, Ozdín Daniel, (2014), **Nový slovenský meteorit „Smolenice” — mineralogická charakteristika a klasifikácia**, *Esemestník. Spravodajca Slovenskej mineralogickej spoločnosti*, 1, 2014, s. 21–22.

Ozdín Daniel, Gargulák Milan, (2014), **Mineralogická charakteristika a klasifikácia meteoritu „Uhrovec”**, *Esemestník. Spravodajca Slovenskej mineralogickej spoločnosti*, 1, 2014, s. 21.



Fragment mapy Słowacji z zaznaczonymi miejscami znalezienia nowych meteorytów: Smolenice (S) i Uhrovec (U). Zaznaczono również lokalizację meteorytu Rumanová (R) — znaleziska z 1994 r.

Meteoryt Nakhon Pathom: znak z niebios

Blaine A. Schmeer (przekazał dla Meteorite Dick Pugh)

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE, Vol. 20, No. 2. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2014

Kilka lat temu, podczas podróży służbowej do Tajlandii, postanowiłem zobaczyć, co uda mi się znaleźć na temat meteorytu Nakhon Pathom. W dokumentach zapisano, że spadł on na ziemię klasztoru w tym mieście. Po zamówieniu samochodu i około trzech godzinach jazdy z Bangkoku znalazłem się u wrót klasztoru.

Zgodnie ze zwyczajem poprosiłem o widzenie z przełożonym mnichów, by wyjaśnić powód mej wizyty. Wkrótce zaprowadzono mnie do sali przyjęć. To co nastąpiło potem, było jednym z najważniejszych momentów mego życia. Mnich siedział odziany w szafranową szatę i gestem poprosił bym usiadł. Gdy oczy przywykły do półmroku, ujrzałem wokół złote przedmioty: misy, puchary, dzwonki itd. Silna woń kadzidel sprawiła, że kręciło mi się w głowie, gdy jakaś osoba przyniosła chryzantemową herbatę w szczerozłotym pucharze. Mnich był bardzo stary i przez tłumacza opowiedział o dniu, gdy kamienie spadły z nieba. Wtedy był on młodym mnichem, ale pamiętał, jakby to było wczoraj. Znów wrócił huk gromu i zapach. Mówił, że widział duże rozbryzgi w basenach około 150 stóp od niego. Baseny wciąż tam są, nic się

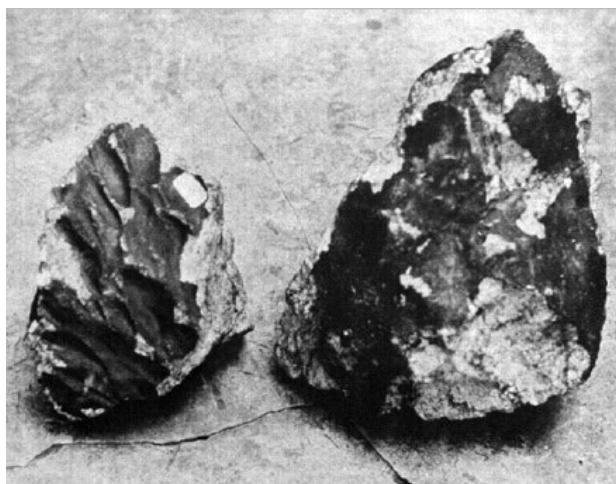
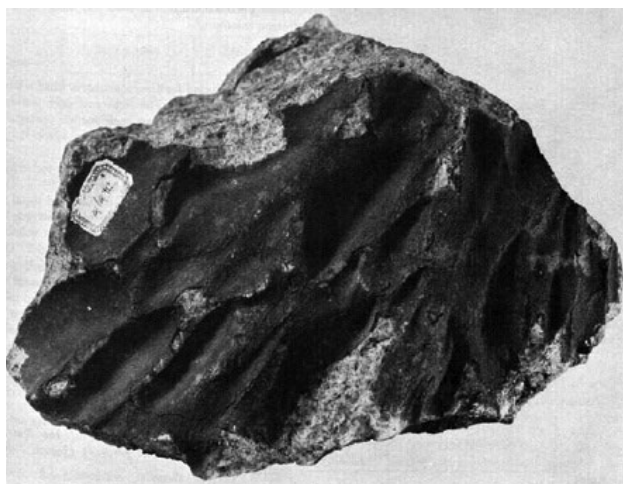


Autor z meteorytem i dwaj mnisi.

nie zmieniło. Mnich wstał i odchylił szatę. Na jego piersi, od ramienia do ramienia był wytatuowany ogromny bolid. Powiedział, że meteoryt przybył tu, ponieważ miał magiczną moc. Mogłem jedynie zgodzić się z nim.

Gdy spytałem, czy są jakieś fragmenty, polecił chłopcu zaprowadzić mnie do budynku szkoły stojącego na ziemi klasztoru. W szkole uczyli się młodzi chłopcy, by zostać mnichami. Dyrektor szkoły powiedział, że jeśli

jakieś są, to muszą być w piwnicy, do której od kilku lat nikt nie zaglądał. Było tam ciemno i nikt nie miał latarki. Pajęczyny wisiały jak kurtyny. Nie było tam prądu, zamiast podłogi była ubita ziemia, a sufit był bardzo niski. Gdy oczy przywykły do ciemności, zobaczyłem, że stoję przed dużą, szklaną gablotą. Nie potrzebowałem dużo czasu by zauważyć meteoryt. Leżał na dolnej półce i był absolutnie piękny. Wziąłem go na górę i spytałem dyrek-

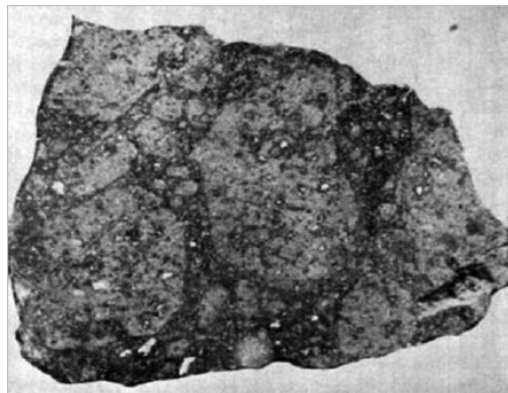


Zdjęcia meteorytu Nakhon Pathom z publikacji J.A. Nelen i K. Fredriksson w Smithsonian Contributions to Earth Sciences, vol. 9, pp 69-74, 1972.

tora, czy mógłbym otrzymać jego fragment, gdybym zrobił darowiznę dla szkoły. Powiedział „z pewnością”, ale musieliśmy wrócić następnego dnia.

Była to długa noc, ale następnego dnia siedziałem na podłodze z młotkiem i przecinakiem. Umowa była taka, że dostanę mniejszy z dwóch kawałków. Meteoryt był wielkości kuli do kręgli, więc nie obawiałem się zbytnio, że dostanę tylko okruszek. Z trzaskiem meteoryt rozpadł się na

dwie części. Mi przypadło około jednej trzeciej kamienia. Wtedy, ku memu zaskoczeniu, rozpoczęła się ceremonia. Otrzymałem bardzo ładny certyfikat za moją darowiznę i wszystkim podano herbatę.



Profesor John T. Wasson w Poznaniu

Andrzej S. Pilski

Profesor John T. Wasson jest jedną z najwybitniejszych postaci w światowej meteorytyce. Zany jest przede wszystkim jako twórca chemicznej klasyfikacji meteorytów żelaznych, pozwalającej wyciągać wnioski dotyczące pochodzenia tych meteorytów, ale interesuje się też chondrytami jako źródłem informacji o formowaniu się mgławicy słonecznej, planetoid i planet. Nic więc dziwnego, że na konferencji Meteoritical Society w Greenwich zobaczyłem profesora Wassona właśnie na sesji poświęconej chondrytom.

Do Poznania profesor Wasson zgodził się przyjechać przy okazji swej wizyty w Niemczech. Wraz z profesorem Muszyńskim przywitaliśmy naszego gościa na dworcu, zawieźliśmy do hotelu, a potem zaprosiliśmy na zwiedzanie Poznania. Profesor Wasson pochwalił się, że ma już 80 lat, ale czuje się doskonale, często grywa w tenisa, nie odczuwa zmęczenia po podróży, więc chętnie powędruje po Starym Mieście. Znakomitym przewodnikiem była dr Monika Nowak. Wędrówka zakończyła się kolacją, podczas której... nie, nie rozmawialiśmy o meteorytach lecz o bardziej przyziemnych sprawach. Na meteoryty przyszedł czas następnego dnia.

Program dnia był dość mocno napięty, ale profesor Wasson zapewniał, że da radę. Zaczęliśmy od wizyty w rezerwacie, gdzie dr Witold Szczuciński opowiedział o prowadzonych obecnie

badaniach terenowych. Potem przyszła pora na wykład w Instytucie Geologii: „Iron meteorites that did not form in cores”, bo do takich należy Morasko, któremu profesor poświęcił sporo uwagi w kontekście najnowszej publikacji. Po obiedzie profesor Wasson odwiedził Muzeum, by obejrzeć okazy Moraska na czele z ostatnim, największym znaleziskiem, a potem został zaproszony na spotkanie przy kawie, na którym rozmawialiśmy tym razem głównie o meteorytach. Po spotkaniu mógł wreszcie trochę odetchnąć przed wykładem dla publiczności w Auli Lubrańskiego, w uniwersyteckim

Collegium Minus na Starym Mieście.

Tematem wykładu był drugi wspomniany obiekt zainteresowań profesora, czyli chondryty: „Chondritic meteorites, the building blocks of the planets”. Oba wykłady zostały nagrane przez telewizję uniwersytecką i będzie można zapoznać się z nimi. Po wykładzie profesor Wasson został zaproszony na zasłużoną, uroczystą kolację.

Następnego dnia profesor musiał już wracać, więc po obejrzeniu uniwersyteckiego campusu i rozmowach przy kawie przyszła około południa pora na pożegnanie na dworcu.



Dr Monika Nowak oprowadza po Starym Mieście

Profesor John T. Wasson w Poznaniu

Fot. Andrzej S. Pilski



Ratusz obejrzany



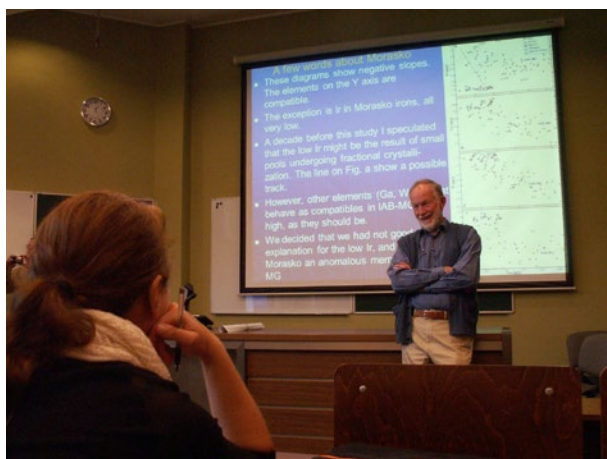
Przy Studziencie Bamberki



Dr Witold Szczuciński wprowadza w temat



Przy kraterach



Wykład w Instytucie Geologii



261 kg Moraska



Wykład w Auli Lubrańskiego